

৬-৬২ ৪৪ সরল

পদার্থবিদ্যা।

শ্রী ব্রজচন্দ্র বন্দ্যোপাধ্যায় কর্তৃক

২

পৃষ্ঠা ৩।



শিক্ষা বিভাগের ডাইরেক্টর মহোদয় কর্তৃক দখল

পরীক্ষার পাঠ্যকর্ম

শিক্ষা বিভাগের ডাইরেক্টর মহোদয় কর্তৃক
মধ্য-ছাত্রবৃত্তি পরীক্ষার পাঠ্যভুক্ত।

সরল

পদার্থ বিদ্যা।

(অধ্যাপক বালফোর টিওয়ার্ট প্রণীত Physics ও
অপর্যাপ্ত গ্রন্থ অবলম্বনে লিখিত)

বিজ্ঞান প্রবেশ প্রণেতা

শ্রীকৃষ্ণচন্দ্র বন্দ্যোপাধ্যায় কর্তৃক
প্রণীত।

দ্বিতীয় সংস্করণ।

সংশোধিত ও পরিবর্দ্ধিত।

কলিকাতা

২১১নং কর্ণওয়ালিস্ স্ট্রীট, বি, এম্, প্রেসে
শ্রীকার্ত্তিকচন্দ্র দত্ত দ্বারা মুদ্রিত ও প্রকাশিত।

[All rights reserved.]

দ্বিতীয় সংস্করণের বিজ্ঞাপন ।

শিক্ষা-বিভাগের ডাইরেক্টর সাহেব মধ্য-ছাত্রবৃত্তি পরীক্ষার জন্ত ব্যবস্থা করিয়াছেন যে, পদার্থবিদ্যা বিষয়ে কোন পুস্তক নির্দিষ্ট থাকিবে না, কেবল পাঠ্য বিষয়গুলি বলিয়া দেওয়া হইবে । ইহাতে শিক্ষক ও ছাত্র উভয়েরই অসুবিধা হইয়াছে । ডাই-রেক্টর সাহেবেব অনুমোদিত পাঠ্য-তালিকার সমস্ত পুস্তকগুলি না পড়িলে, কোন্ পুস্তকে নির্দিষ্ট পাঠ্য বিষয়গুলি আছে, কোন্ পুস্তকে নাই, তাহা নিরূপণ করিতে পারা হু:সাধ্য । তজ্জন্ত কোন কোন বিদ্যালয়ের শিক্ষকগণ এমন পুস্তক ক্রয় করাইয়া-ছেন যে, তাহাতে সমস্ত পাঠ্য বিষয়গুলি নাই । আবার ইংরাজী বৈজ্ঞানিক শব্দ সকলের গ্রায় বাঙ্গালার সকল পুস্তকের বৈজ্ঞানিক শব্দগুলি একরূপ নহে । ইহাতে এক পুস্তক পাঠে অপর পুস্তক পাঠের কল পাওয়া যায় না । সুতরাং, অপঠিত পুস্তক হইতে প্রশ্ন পড়িলে বালকদিগকে নিতান্ত বিপন্ন হইতে হয় । কতক-গুলি মধ্যশ্রেণীর বিদ্যালয় পরিদর্শন করিতে গিয়া আমি এই দুই অসুবিধা দেখিয়াছি ।

সরল পদার্থবিদ্যার প্রথম সংস্করণে ডাইরেক্টরের নির্দিষ্ট পাঠ্য বিষয়ের কতকগুলির অভাব ছিল । এবারে সে বিষয়-গুলি অতি সরল ভাষায় লিখিয়া যোজনা করিয়া দিলাম । এক্ষণে প্রচলিত সমস্ত বৈজ্ঞানিক পুস্তকের সকল প্রয়োজনীয় কথাই সরল পদার্থবিদ্যাতে সন্নিবেশিত হইল ।

বৈজ্ঞানিক শব্দ সকলের একীভাব অদ্যাপি হয় নাই বলিয়া

পুস্তকের শেষে অঙ্গদেশীয় বৈজ্ঞানিক গ্রন্থকর্তাদিগের প্রত্যেকের
ব্যবহৃত শব্দ সকল তালিকাকারে প্রদত্ত হইল।

পুস্তকখানি সর্বত্র সুন্দর করিতে যত্নের ক্রটি করি নাই।

কলিকাতা

২০শে ফাল্গুন

১২৯৮

}

নিবেদক

শ্রীকৃষ্ণচন্দ্র বন্দ্যোপাধ্যায়।

সূচীপত্র ।

পদার্থ ও পদার্থ-বিদ্যা ।

বিষয়	প্রকরণ	পৃষ্ঠা
জড় পদার্থ কাকে বলে	১	১
জড় পদার্থ কয় প্রকার	২	১
পদার্থ বিদ্যার আলোচ্য বিষয় কি	৩	৩
জড় পদার্থের সামগ্রীপরিমাণ ও গাঢ়তা	৪	৪
জড় পদার্থের গঠন	৪	৫
পদার্থের তিন অবস্থা	৬	৬

পদার্থের সাধারণ ধর্ম ।

পদার্থের সাধারণ ও বিশেষ ধর্ম	৭	৬
বিস্তৃতি কাকে বলে	৮	৬
স্থানবরোধকতা কাকে বলে	৯	৭
বিভাজ্যতা কাকে বলে	১০	৮
অনবরহ বাহকে বলে	১১	৮
সাম্প্রতি কাকে বলে	১২	৯
আকর্ষণীয়তা কাকে বলে	১৩	১০
স্থিতিস্থাপকতা কাকে বলে	১৪	১১

গতি ও বল ।

পদার্থের কোন্ অবস্থাকে স্থিতি বলে	১৫	১২
পদার্থের কোন্ অবস্থাকে গতি বলে	১৬	১৪
গতি কয় প্রকার	১৭	১৫
গতির অঙ্গ	১৮	১৫
নিশ্চেষ্টতা কাকে বলে	১৯	১৫
নিশ্চেষ্টতার কয়েকটি দৃষ্টান্ত	২০	১৬
বল কাকে বলে	২১	১৬
ঘর্ষণ বল	২২	১৭
বলের অঙ্গ	২৩	১৮
বল কি-রূপে প্রকাশিত হয়	২৪	১৯
সজাত-বল	২৫	২১
বল বিঘাত কাকে বলে	২৬	২১
সমান্তরাল বলের কেন্দ্র	২৭	২২
বল যুগ্ম বা বন্ধ্য বস্তু	২৮	২২

বক্রগতি কিসে উৎপন্ন হয়	...	২২	২৮
প্রতিক্রিয়া গতি	...	৩০	২৯
গতির নিয়ম	...	৩১	৩০
সংবেগ	...	৩২	৩১

পাদার্থিক আকর্ষণ ও মাধ্যাকর্ষণ ।

পাদার্থিক আকর্ষণ ও তাহার নিয়ম	..	৩৩	৩৩
মাধ্যাকর্ষণ	...	৩৪	৩৫
পাদার্থিক না থাকিলে কি ক্ষতি হইত	...	৩৫	৩৭
ভাবকেন্দ্র	...	৩৬	৩৮
ভারবেশ্র নিঃপণ করিবার বিষয়ে একটা পরীক্ষা		৩৭	৪০
সামান্য তিন প্রকার	...	৩৮	৪১
তুল্য দ্রব্য	...	৩৯	৪২
পতনশীল বস্তুর পড়িবার নিয়ম	...	৪০	৪৩

আণবিক আকর্ষণ ।

আণবিক আকর্ষণ যুবতঃ বস্তু প্রকার	...	৪১	৪৪
সংক্ৰান্তি কাহাকে বলে	...	৪২	৪৪
সংক্ৰান্তি কয় প্রকার	...	৪৩	৪৫
বৈশিষ্ট্যতা কাহাকে বলে	...	৪৪	৪৫
বৈশিষ্ট্যতা সম্বন্ধে নিয়ম	...	৪৫	৪৬
বৈশিষ্ট্যতা বস্তুবোটা দৃষ্টান্ত	...	৪৬	৪৭
অন্তরীক্ষ ও বাহ্যিক কাহাকে বলে	...	৪৭	৪৮
মাধ্যাকর্ষণ ও সংক্ৰান্তিতে প্রভেদ কি	...	৪৮	৪৮
সংক্ৰান্তি না থাকিলে কি ক্ষতি হইত	...	৪৯	৪৮
রাসায়নিক সংক্ৰান্তি কাহাকে বলে	...	৫০	৪৯
রাসায়নিক সংক্ৰান্তি না থাকিলে কি ক্ষতি হইত	...	৫১	৪৯

কঠিন পদার্থের বিশেষ ধর্ম ।

কঠিন পদার্থ কাহাকে বলে	...	৫২	৫১
কঠিন পদার্থের প্রধান প্রধান ধর্ম কি	...	৫৩	৫২
টানসহন্য কাহাকে বলে	...	৫৩	৫২
দৃঢ়তা ও কোমলতা কাহাকে বলে	...	৫৫	৫৩
ভঙ্গপ্রবণতা কাহাকে বলে	...	৫৬	৫৪
অণুতসহন্য কাহাকে বলে	...	৫৭	৫৪
ভাঙনতা কাহাকে বলে	...	৫৮	৫৫

দ্রব পদার্থের বিশেষ ধর্ম ।

দ্রব পদার্থ ক্রিপণ	...	...	৫৯	৫৫
দ্রব পদার্থ প্রায় অনাকৃঙ্কনীয়	...	...	৬০	৫৬
দ্রব পদার্থের চাপ সঞ্চালনের নিয়ম	...	...	৬১	৫৬
বার-ঘটিত পেষণ যন্ত্র	...	...	৬২	৫৯
দ্রব পদার্থের উপরিভাগ সমতল	...	...	৬৩	৬০
সমতল-নিরূপক যন্ত্র	...	...	৬৪	৬২
দ্রব পদার্থের চাপের পরিমাণ ক্রিপণে নিরূপিত হয়	...	...	৬৫	৬৩
অর্কিমিডিসের নিয়ম	...	...	৬৬	৬২
ক্রিপণ পদার্থ জলে ডুবে, ক্রিপণ পদার্থ ডুবেও না	}		৬৭	৬৮
ভাসেও না, ক্রিপণ পদার্থ ভাসিয়া উঠে			৬৭	৬৮
আপেক্ষিক গুরুত্ব কাহাকে বলে	...	...	৬৮	৬৯
কঠিন পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব	...	...	৬৯	৭০
দ্রব পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব	...	...	৭০	৭০
জল আপেক্ষা লঘুতর দ্রবের আপেক্ষিক গুরুত্ব	...	...	৭১	৭১
মিশ্র পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব	...	...	৭২	৭২
বারিমাণ যন্ত্র	...	...	৭৩	৭৩
জল ভিন্ন অল্প দ্রব পদার্থের উদ্ভাসনী শক্তি	...	...	৭৪	৭৩

বায়বীয় পদার্থের বিশেষ ধর্ম ।

বায়বীয় পদার্থ কাচাকে বলে	...	...	৭৫	৭৪
দ্রব ও বায়বীয় পদার্থে প্রভেদ কি	...	...	৭৬	৭৪
দ্রব ও বায়বীয় পদার্থে সাদৃশ্য কি	...	...	৭৭	৭৫
বায়বীয় পদার্থ কয় প্রকার	...	...	৭৮	৭৪
বায়ু চাপ	...	...	৭৯	৭৬
দ্রব ও বায়বীয় পদার্থের চাপে প্রভেদ কি	...	...	৮০	৭৮
বায়ু ভার	...	...	৮১	৭৯
বায়ুগুলের গভীরতা, মনুষ্য শরীরের	}		৮২	৮১
উপরে বায়ুগুলের চাপ			৮২	৮১
বায়ুর উর্ধ্ব চাপ	...	...	৮৩	৮২
জলের স্থায় বায়ুর মধ্যে কোন বস্তুকে ওজন করিলে	}		৮৪	৮২
স্থানান্তরিত বায়ু ভারের সমান ভার কম পড়ে			৮৪	৮২
বেলুন	...	...	৮৫	৮৩
বায়ুমান যন্ত্র ক্রিপণে প্রস্তুত করিতে হয়	...	...	৮৬	৮৩

বায়ুমান যন্ত্রের ব্যবহার কি	...	...	৮৭	৭৫
বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্র	...	...	৮৮	৮৬
প্রলোত্তোলন যন্ত্র	...	...	৮৯	৮৮
বক্রনালী যন্ত্র	...	...	৯০	৯১

পদার্থের কার্যকরী শক্তি ।

কি কি প্রধান কারণে পদার্থ শক্তিসম্পন্ন হয়	...	...	৯১	৯৩
কাষা কতক বলে	...	...	৯১	৯৩
প্রতিশীল পদার্থের বেগের তুলনার কার্য পরিমাণ কত	...	...	৯৩	৯৫
কার্যকরী শক্তির নিকৃষ্ট অবস্থা	...	...	৯৪	৯২

শব্দ ।

শব্দ কি	...	...	৯৫	৯৭
নাশ, কোলাহল ও সমীত	...	...	৯৬	৯৭
শব্দের কার্যকরী শক্তি আছে	...	...	৯৭	১০০
শব্দ বহন করিবার ক্ষমতা বায়ু আণবিক	...	...	৯৮	১০০
শব্দ বায়ু মধ্য দিয়া কি প্রকারে গমন করে	...	...	৯৯	১০১
শব্দের বেগ	...	...	১০০	১০২
প্রতিধ্বনি	...	...	১০১	১০৩
এক সেকেন্ডে কোন্ দূরে কত কম্পন হয়, তাহা জানিবার উপায়	}		১০৩	১০২

তাপ । (প্রথম প্রস্তাব)

তাপের প্রকৃতি	...	...	১০৩	১০৮
তাপে পদার্থ প্রসারিত হয়	...	...	১০৪	১১০
তাপমান যন্ত্র	...	...	১০৫	১১২
করূপে তাপমান প্রস্তুত করে	...	...	১০৬	১১৩
কতকগুলি কঠিন পদার্থের প্রসারণ পরিমাণ সম্বন্ধে একটি তালিকা	}		১০৭	১১৬
দ্রব পদার্থের প্রসারণ সম্বন্ধে নিয়ম	...	...	১০৮	১১৭
বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ সম্বন্ধে নিয়ম	...	...	১০৯	১১৭
তাপের প্রসারণী শক্তির কয়েকটি দৃষ্টান্ত	...	...	১১০	১১৮
আপেক্ষিক তাপ	...	...	১১১	১১৯
তাপে পদার্থের অবস্থা পরিবর্তিত হয়	...	...	১১২	১১৯
জলের প্রচ্ছন্ন তাপ	...	...	১১৩	১২২
জলীয় বাষ্পের প্রচ্ছন্ন তাপ	...	...	১১৪	১২৩

জল এবং বাষ্পের প্রচ্ছন্ন তাপ বস্তু	...	১১৫	১২৪
প্রচ্ছন্ন তাপ থাকাত্রে কি সুবিধা হইয়াছে	...	১১৬	১২৪
জল এবং জলীয় বাষ্প ভিন্ন অপর কোন পদার্থের প্রচ্ছন্ন তাপ আছে কি না	} ...	১১৭	১২৫
জলীয় বাষ্প বিরূপ পদার্থ	...	১১৮	১২৫
বাষ্প নিঃসরণ ও ফুটন	...	১১৯	১২৬
ফুটনাক্ষ চাপ সাপেক্ষ	...	১২০	১২৮
সকল কঠিন পদার্থ গলিবার সময় প্রসারিত হয় না	...	১২১	১২০
তাপ দিলে কোন কোন পদার্থ দ্রব না হইয়া	...	১২২	১২০
একেবারে বাষ্প হইতে পারে, আবার কোন	...	১২২	১২০
কোন পদার্থ আদৌ দ্রব না বাষ্প হয় না	...	১২৩	১২০
তাপে রাসায়নিক আকর্ষণের সাহায্য কবে	...	১২৪	১২১
শৈত্যোৎপাদক মিশ্রণ	...	১২৪	১২১
তাপ স্থানালন	...	১২৫	১২১
পরিচালক ও অপরিচালক পদার্থ	...	১২৬	১২২
তাপ পরিবাহনের কয়েকটা প্রাকৃতিক দৃষ্টান্ত	...	১২৭	১২২
তাপ-বিকিরণের কাহা প্রণালী	...	১২৮	১২২
শিশির সঞ্চার	...	১২৯	১২২

আলোক ।

আলোক কি	...	১৩০	১৩১
আলোকের উৎপত্তি স্থল	...	১৩১	১৩১
সপ্রভ ও নিস্প্রভ পদার্থ	...	১৩২	১৩২
স্বচ্ছ ও অস্বচ্ছ পদার্থ	...	১৩৩	১৩২
আলোকের বেগ	...	১৩৭	১৩২
আলোক রশ্মির প্রাপ্য	...	১৩৮	১৩৩
আলোক রশ্মি কি ভাবে বিকীর্ণ হয়	...	১৩৬	১৩৩
আলোক প্রতিফলন	...	১৩৭	১৩৪
আলোক পরিস্ফেপ	...	১৩৮	১৩৪
আলোক শোষণ	...	১৩৯	১৩৪
আলোক বিবর্তন	...	১৪০	১৩৪
দৃষ্টিকোণ দ্বারা কিরূপে প্র. তবিশ্ব উৎপন্ন হয়	...	১৪১	১৩৪
বিশুদ্ধ-দর্শক কাচ	...	১৪২	১৩৬
ভিন্ন ভিন্ন প্রকার আলোক ভিন্ন ভিন্ন পরিমাণ বক্র হয়	...	১৪৩	১৩৭
বর্ণের উৎপত্তি	...	১৪৪	১৩৮

তাপ । (দ্বিতীয় প্রস্তাব)

তাপের প্রতিক্ষেপ, পরিক্ষেপ, শোষণ ও বিবর্তন	১৪৫	১৬১
প্রত্যক্ষ গতি হইতে তাপ উৎপন্ন হয়, তাহার প্রমাণ	১৪৬	১৬২
তাপের উৎপত্তি হল	১৪৭	১৬৪

চুম্বক ।

চৌম্বকার্ধণ কাহাকে বলে	১৪৮	১৬৬
চুম্বকীয় প্রকার	১৪৯	১৬৬
স্বায়া ও অস্বায়া চুম্বক	১৫০	১৬৬
কৃত্রিম চুম্বকের আকৃতি	১৫১	১৬৭
চুম্বকের কোন অংশে আকর্ষণী শক্তি অধিক এবং কোন অংশে অল্প	১৫২	১৬৭
চুম্বকের মেরু	১৫৩	১৬৭
চৌম্বক আকর্ষণ ও বিকর্ষণ বিষয়ে নিয়ম	১৫৪	১৬৭
চুম্বক ধর্ম বিক্রমে সঞ্চারিত হয়	১৫৫	১৬৮
চুম্বক ধর্ম কিসে নষ্ট হয়	১৫৬	১৬৮

তড়িৎ ।

পরিচালক এবং অপরিচালক কাহাকে বলে	১৫৭	১৬৯
তড়িৎ ভূই প্রকাব	১৫৮	১৭১
উভয় প্রকাব তড়িৎ অঘনিত পদার্থে মিশ্রিত হইয়া থাকে	১৫৯	১৭২
অজাততড়িৎ পদার্থের উপর জাততড়িৎ পদার্থের ক্রিয়া	১৬০	১৭৩
তড়িত ফুলিঙ্গ	১৬১	১৭৫
স্বক্ষাত্র পদার্থেব ক্রিয়া	১৬২	১৭৬
তড়িৎ-যুক্ত পদার্থের কার্যাবরী শক্তি	১৬৩	১৭৮
তড়িৎ-প্রবাহ	১৬৪	১৭৯
তড়িৎ-প্রবাহের শক্তি	১৬৫	১৮১
টেলিগ্রাফ—তড়িত বার্তাবহ	১৬৬	১৮১
তাম্র, লৌহ, কি গিতল নির্দ্ধিত পাত্র গিল্টি করিবার উপায়	১৬৭	১৮২

পদার্থ বিদ্যার ভিত্তিভূমি ।

পদার্থ বিদ্যার ভিত্তিভূমি	১৬৮	১৮৩
কতকগুলি বিশেষরূপ মনে রাখিবার বিষয়		১৮৫
নানা গ্রন্থ-বর্ণী বস্তুক ব্যবহৃত বৈজ্ঞানিক পারিভাষিক শব্দের তালিকা		১৮৮

সরল

পদার্থ-বিদ্যা

প্রথম অধ্যায়

প্রথম পরিচ্ছেদ



পদার্থ ও পদার্থ-বিদ্যা

১। জড় পদার্থ কাকে বলে?—আমরা চক্ষুর সাহায্যে আকৃতি ও বর্ণ অনুভব করি, কর্ণের সাহায্যে শব্দ শুনি, ত্বকের সাহায্যে স্পর্শ করি, জিহ্বার সাহায্যে রসান্বাদন করি এবং নাসিকার সাহায্যে গন্ধ আশ্রয় করি। যাহার অস্তিত্বে আমাদের পাঁচটি বাহেজ্রিয়ে এই সকল বিবিধ অনুভব উৎপন্ন হয়, তাহাই জড় পদার্থ।

২। জড় পদার্থ কয় প্রকার?—জড় পদার্থ তিন প্রকার—মূল বা কড়, যৌগিক ও মিশ্র। আমরা জগতে অসংখ্য প্রকার জড় পদার্থ দেখিতে পাই। রসায়ন শাস্ত্রে নিরূপিত হইয়াছে যে, সমস্ত পদার্থই সমস্ত মূল পদার্থ হইতে উৎপন্ন। মূল পদার্থ যখন অন্য কোন মূল পদার্থের সহিত মিলিত

না থাকে, তখন উহাতে একই পদার্থ থাকে, একের অধিক পদার্থ থাকিতে পারে না। প্রকৃতির মধ্যে মূল পদার্থগুলি বিশুদ্ধ মৌলিক অবস্থায় প্রায় থাকে না; জগতের অবিকাংশ পদার্থ দুই, তিন কি চারিটা মূল পদার্থের সংযোগে উৎপন্ন। লৌহ একটা মূল পদার্থ; খাঁটি লৌহের ভিতর লৌহই থাকে, অপর কোন পদার্থ থাকে না। কিন্তু বায়ুর অল্পজনক গ্যাস লৌহের সহিত সংযুক্ত হইলে মরিচা পড়ে। লৌহের মরিচা মূল পদার্থ নহে, লৌহ ও অল্পজনকের সংযোগে উৎপন্ন একটা যৌগিক পদার্থ। অল্পজনক ও অজুনক গ্যাস দুইটা মূল পদার্থ; উহাদের সংযোগে যে যৌগিক পদার্থটা উৎপন্ন হয়, তাহার নাম জল। বিশুদ্ধ লৌহ মূল পদার্থ বটে, কিন্তু বিশুদ্ধ জল মূল পদার্থ নহে। জল দতই বিশুদ্ধ হউক না কেন, উহাতে একের অধিক অর্থাৎ দুইটা মূল পদার্থ থাকিবেই থাকিবে - অল্পজনক ও অজুনক। যে ধর্মের গুণে ভিন্ন ভিন্ন মূল পদার্থ সংযুক্ত হইয়া যৌগিক পদার্থ প্রস্তুত করে এবং যৌগিক পদার্থ সকল মূল পদার্থগুলিকে সহজে বিশ্লিষ্ট হইতে দেয় না, তাহাকে রাসায়নিক সংস্কৃতি কহে। রাসায়নিক সংস্কৃতিক্রমে কয়েকটা মূল পদার্থ সংযুক্ত হইলে যৌগিক পদার্থটির ধর্ম মূল পদার্থগুলির ধর্ম হইতে বিভিন্ন হয়। অজুনক ও অল্পজনকের যে ধর্ম, উহাদের সংযোগে উৎপন্ন জলের সে ধর্ম নয়। আবার রাসায়নিক সংস্কৃতিক্রমে যে সংযোগ হয়, তাহাতে মূল পদার্থ-গুলির নির্দিষ্ট পরিমাণ থাকে। এক ভাগ অল্পজনক দুই ভাগ অজুনকের সহিত সংযুক্ত হইয়া জল উৎপন্ন হয়; যে জলই লওনা, উহাতে অল্পজনক এক ভাগ ও অজুনক দুই ভাগ থাকিবেই

থাকিবে। কিন্তু জগতে আর এক প্রকার যুক্ত পদার্থ আছে, তাহাতে মূল পদার্থগুলির মিলনে এরূপ নির্দিষ্ট পরিমাণের নিয়মও নাই এবং মিলিত পদার্থগুলির ধর্মবিপর্যয়ও ঘটে না। এরূপ পদার্থকে **মিশ্র পদার্থ** কহে। বায়ু একটা মিশ্র পদার্থ। উহাতে অক্সিজেন ও যবক্ষারজনক যে একটা বাধা-বাধি নির্দিষ্ট পরিমাণে—অর্থাৎ ঠিক দুই ভাগ অক্সিজেনের সহিত ঠিক তিন ভাগ যবক্ষারজনক—মিলিত হইয়াছে, তাহা নহে, এবং উহাতে অক্সিজেন ও যবক্ষারজনকের ধর্ম-বিপর্যয়ও ঘটে নাই; বাহার যে ধর্ম তাহা বজায় আছে।

৩। পদার্থ বিদ্যার আলোচ্য বিষয় কি?—মূল জড় পদার্থ কি প্রণালীতে সংযুক্ত হইয়া যৌগিক পদার্থ প্রস্তুত করে এবং যৌগিক পদার্থ কি প্রণালীতে বিশ্লিষ্ট হয়, তাহা রসায়ন শাস্ত্রে আলোচিত হয়। এ সকল জড় পদার্থের মূল গঠনের নির্মাণ, পরিবর্তন ও ধ্বংস ঘটিত ব্যাপার। কিন্তু মূল গঠন অক্ষুণ্ণ থাকিয়াও জড় পদার্থের নানা ভাব পরিবর্তন হইতে পারে। একটা কামানের গোলা কখন শীতল, কখন উত্তপ্ত হইতে পারে; কখন স্থির নিশ্চল ভাবে ঘরের মেঝেতে পড়িয়া রহিয়াছে, কখন কামানের মুখ হইতে দ্রুতবেগে ছুটে-তেছে। একই গোলার এইরূপ নানা ভাব পরিবর্তন ঘটিতেছে, কিন্তু গোলাটার পদার্থগত কোন পরিবর্তন ঘটে নাই। জড় পদার্থের মৌলিক গঠন অক্ষুণ্ণ থাকিয়া যে নানা ভাব পরিবর্তন ঘটিতে পারে তাহার আলোচনা করাই পদার্থ বিদ্যার উদ্দেশ্য।

৪। জড় পদার্থের সামগ্রীপরিমাণ ও গাঢ়তা

—একটি বাটীতে জল কিংবা পারদ ছাপাছাপি রাখিলে বাটীর খোল যত, জল কিংবা পারদের আয়তন তত হইবে। দুইটি সমান বাটীর একটিতে জল ও অপরটিতে পারদ রাখিলে জল ও পারদের আয়তন সমান হইবে। আয়তন সমান হইল বটে, কিন্তু সামগ্রীপরিমাণ সমান হইবে না। জলের বাটীতে যত সামগ্রী, পারদের বাটীতে তাহার সাড়ে তের গুণ সামগ্রী। এক সের বাটীতে এক সের জল ধরে, কিন্তু এক সের বাটীতে ১৩৭০ সের পারদ ধরে। সুতরাং দেখা যাইতেছে, যে বস্তুতে সামগ্রীপরিমাণ অধিক সে বস্তুর গাঢ়তাও অধিক। পারদ জল অপেক্ষা ১৩৭০ গুণ অধিক গাঢ় না হইলে, এক সের বাটীতে এক সের জলের স্থানে ১৩৭০ সের পারদ ধরিবে কেন? দুগুণ গাঢ় হইয়া ক্ষীর হয়। ক্ষীর যদি দুগুণ অপেক্ষা চারি গুণ গাঢ় হয়, তবে যে বাটীতে এক সের দুগুণ ধরে সে বাটীতে অবশ্যই চারি সের ক্ষীর ধরিবে।

৫। জড় পদার্থের গঠন—কি মূল, কি যৌগিক,

কি মিশ্র, সর্বপ্রকার পদার্থই অসংখ্য অংশে বিভক্ত হইতে পারে। রসায়নবিদ্যাবিদ পণ্ডিতেরা পরীক্ষা দ্বারা স্থির করিয়াছেন যে পদার্থের এমন অতি সূক্ষ্ম অংশ আছে, যাহা আর বিভাগ করা যায় না। মূল পদার্থের এইরূপ সূক্ষ্ম অংশকে পরমাণু বলে। কোন পদার্থেরই পরমাণু স্বাধীন ভাবে পৃথক্ এক একটি থাকিতে পারে না। দুই, তিন কি চারিটি একত্র হইয়া এক একটি অণু গঠিত হয়। মূল পদার্থের পরমাণু

সকল স্বতন্ত্র পরমাণুর অবস্থায় থাকিতে পারে না, মিলিত হইয়া অণুর অবস্থায় থাকে। সুতরাং যৌগিক ও মিশ্র পদার্থ একাধিক মূল পদার্থের মিলনে উৎপন্ন বলিয়া, তাহার পরমাণু থাকা সম্ভব নহে; তাহার সূক্ষ্মতম অংশ সকলকে **অণু** কহে।

যে পদার্থ যত ঘন সন্নিবিষ্ট হউক না, উহার অণু সকলের মধ্যে কিঞ্চিৎ কিঞ্চিৎ **অন্তর** অর্থাৎ ফাঁক থাকিবেই থাকিবে। **আণবিক আকর্ষণ** গুণে সকল পদার্থেরই অণুগুলি পরস্পর নিকটবর্তী হইতে চাহে; কিন্তু **আণবিক আকর্ষণ** গুণে তাহারা পরস্পর হইতে বিচ্ছিন্ন হইতে চায়। **আণবিক বিকর্ষণের** অপর নাম **তাপ**। কেবল আকর্ষণ গুণটি থাকিলে জগতের সমস্ত পদার্থ কঠিন হইতে কঠিনতর হইত। কেবল বিকর্ষণ গুণটি থাকিলে কোন পদার্থই গঠিত হইতে পারিত না। উভয় গুণ থাকাতেই পদার্থ সকল গঠিত হইতে পারিয়াছে এবং অণু সকলের মধ্যে কিঞ্চিৎ কিঞ্চিৎ ব্যবধান রহিয়াছে।

৬। **পদার্থের তিন অবস্থা।**—**আণবিক আকর্ষণ** ও **বিকর্ষণের** তারতম্যে পদার্থের তিন অবস্থা হইয়াছে। **বিকর্ষণ** অপেক্ষা **আকর্ষণ** যখন প্রবল হয়, তখন **কঠিন** অবস্থা হয়; **আকর্ষণ** ও **বিকর্ষণ** যখন প্রায় সমান হয়, তখন **দ্রব** অবস্থা হয়; আর যখন **আকর্ষণ** অপেক্ষা **বিকর্ষণ** প্রবল হয়, তখন **বায়বীয়** অবস্থা হয়।



দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ

পদার্থের সাধারণ ধর্ম

৭। পদার্থের সাধারণ ও বিশেষ ধর্ম।—যে সকল ধর্ম সকল পদার্থের সকল অবস্থাতেই থাকে, তাহাকে সাধারণ, এবং যে সকল ধর্ম কতকগুলি পদার্থের থাকে, কতকগুলির থাকে না, কিংবা কোন কোন অবস্থায় ঘটে, কোন কোন অবস্থায় ঘটে না, তাহাকে বিশেষ ধর্ম কহে। বিস্তৃতি, * স্থানাবরোধকতা, বিভাজ্যতা, অনশ্বরত্ব, সান্ত্বরতা, আকৃষ্ণনীয়তা, স্থিতিস্থাপকতা, নিশ্চেষ্টতা এবং ভার এই গুলি জড় পদার্থ মাত্রেরই আছে, সুতরাং এ গুলি সাধারণ ধর্ম। কাঠিন্য, তারল্য, বর্ণ প্রভৃতি গুণ কোন পদার্থের আছে, কোন পদার্থের নাই; সুতরাং এ গুলি বিশেষ ধর্ম।

৮। বিস্তৃতি কাহাকে বলে?—কোন পদার্থ ষতটুকু স্থান অধিকার করিয়া থাকে সেই স্থানটুকুর পরিমাণই উহার বিস্তৃতি। অধিকৃত স্থানটুকুর তিনটি পরিমাণ—দৈর্ঘ্য, বিস্তার ও বেধ অথবা উচ্চতা। পদার্থের বিস্তৃতির কেবল একদিক্ ধরিলে একটা রেখা পাওয়া যায়,

* বিস্তৃতি, আকৃতি, নিশ্চেষ্টতা, অনশ্বরত্ব ও অঁচেতনত্ব এই কয়টি সাধারণ গুণকে বহুৈল্য বাবু লঙ্কের স্বাভাবিক গুণ বলিয়া বিশেষ করিয়াছেন।

দুই দিক ধরিলে একটি ক্ষেত্র পাওয়া যায়, তিন দিক ধরিলে আয়তন পাওয়া যায়। বিস্তৃতি আছে বলিয়া পদার্থ মাত্রেরই আকৃতি আছে। কেহ কেহ আকৃতিকে জড় পদার্থের একটি পৃথক গুণ বলেন।

৯। স্থানাবরোধকতা কাহাকে বলে?—দুইটি পদার্থ একই কালে একই স্থান অধিকার করিয়া থাকিতে পারে না। এই ধর্মটিকে স্থানাবরোধকতা বলে। একটি জলপূর্ণ কলসীতে হাত ডুবাইলে, হাত কলসীর মধ্যে যতটুকু স্থান অধিকার করিবে, ততটুকু স্থানের জল কলসী ছাপাইয়া পড়িয়া যাইবে। কলসীর মধ্যে হাত যেখানে গেল, সেখানে অগ্রে জল ছিল। দ্রব পদার্থ জল কঠিন পদার্থ হস্তের নিকট পরাজিত হইয়া, স্বস্থান ছাড়িয়া বাহিরে পলাইল, আর হস্ত সেই স্থান অধিকার করিল। যদি পদার্থের স্থানাবরোধকতা গুণ না থাকিত, তাহা হইলে জলকে সরিয়া পলাইতে হইত না, হস্ত ও জল একত্রে একস্থানে থাকিতে পারিত।

১০। বিভাজ্যতা কাহাকে বলে?—পদার্থ মাত্রই অসংখ্য ভাগে বিভক্ত হইতে পারে। এই ধর্মকে বিভাজ্যতা বলে। সর্বপ-প্রমাণ মৃগনাভি ঘরে রাখিলে বহু বৎসর ঘর গন্ধময় থাকে, অথচ মৃগনাভিটুকুর ভার কমই না। মনুষ্যের রক্ত প্রকৃতপক্ষে শ্বেতবর্ণ, উহাতে অসংখ্য লোহিত বর্ণ ডিম্ব ভাসিতেছে বলিয়া শ্বেতবর্ণ পদার্থ লোহিত বর্ণ দেখায়। একটি সূচ্যাগ্রে যতটুকু রক্ত ঝুলিয়া থাকিতে পারে, তন্মধ্যে প্রায় দশ লক্ষ লোহিতবর্ণ ডিম্ব থাকে। মনুষ্য-রক্তে এই ডিম্বের ব্যাস

এক ইঞ্চির ৩,৫০০ ভাগের এক ভাগও হইবে না। অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে এই ডিম্ব অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর কীটাণু দেখা গিয়াছে। উহারা উহাদের অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর কীটাণু ভক্ষণ করিয়া প্রাণ ধারণ করে। এই সকল ভক্ষিত কীটাণুর শিরাতে যদি রক্ত স্রোত চলে, তাহা হইলে সেই রক্তে ডিম্ব গুলির পরিমাণ কত ক্ষুদ্র !

পদার্থ এত ক্ষুদ্র অংশে বিভক্ত হইতে পারে বটে, কিন্তু বিভাজ্যতা-গুণের একটা সীমা আছে। কোন চাক্ষুষ পরীক্ষা দ্বারা এই সীমা নির্ধারণ করা যায় না। পদার্থ সকলের রাসায়নিক সংযোগে ক্রিয়াতে এমন অনেক ব্যাপার দেখা যায়, যাহাতে পণ্ডিতগণ অসুমান করিয়াছেন যে, পদার্থের এমন অতি সূক্ষ্ম অংশ আছে, যাহাকে বিভাগ করা যায় না। সেই অংশের নাম পরমাণু। পদার্থমাত্রই পরমাণুপুঞ্জের সমষ্টিতে গঠিত। পদার্থমাত্রেরই বিভাজ্যতা-গুণ আছে বটে, কিন্তু পদার্থের সূক্ষ্মতম অংশ-পরমাণু-বিভাজ্যতা গুণ থাকা অসম্ভব।

১১। অনশ্বরত্ব কাহাকে বলে ?—জগতের সকল পদার্থেরই ভাবান্তর রূপান্তর ও গুণান্তর হইতেছে বটে, কিন্তু একটী পরমাণুরও ধ্বংস নাই। অম্লজনক ও অজ্বনক গ্যাস মিলিত হইয়া জল উৎপন্ন হইলে মনে হয় যে, উক্ত গ্যাসদ্বয়ের ধ্বংস হইল। কিন্তু বাস্তবিক তাহা নহে। অম্লজনক ও অজ্বনক গ্যাসের যতগুলি পরমাণু মিলিয়া জল হইবে, উৎপন্ন জলে ঠিক ততগুলি পরমাণু থাকিবে। ইহার প্রমাণ এই যে, মিলিত গ্যাসদ্বয়ের পৃথক অবস্থায় যত ভার ছিল, উৎপন্ন জলেরও ঠিক

তত ভার হইবে, এক বিন্দু কমি বেশী হইবে না। কোন দ্রব্য
আহার করিলে উহা রক্ত, মল, মূত্র প্রভৃতিতে পরিণত হয়,
এক বিন্দুও নষ্ট হয় না। জীব-দেহাদি পুড়িলে ভস্ম, ধূম,
প্রভৃতিতে রূপান্তরিত হয়, এক কণাও নষ্ট হয় না। যে গুণ
থাকাতে জড় পদার্থ নানা অবস্থা-পরিবর্তন সত্ত্বেও
কণামাত্র নষ্ট হয় না, তাহাকে অনশ্বরত্ব বলে।

১২। সান্তরতা কাহাকে বলে?—প্রত্যেক পদা-
র্থের অণুগুলির মধ্যে অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অন্তর আছে।
এইরূপ অন্তর থাকা গুণকেই পদার্থের সান্তরতা
বলে। অন্তর দুই প্রকার:—অণুমধ্যস্থ ও ইন্দ্রিয়গোচর।
অণুমধ্যস্থ অন্তর এত ক্ষুদ্র যে, অণুগুলির মধ্যে আণবিক আকর্ষণ
বিকর্ষণের কোন ব্যাঘাত হয় না। তাপের হ্রাস বৃদ্ধিতে পদার্থ
সকল সঙ্কুচিত ও প্রসারিত হয়; ইহা অণুমধ্যস্থ অন্তরের হ্রাস
বৃদ্ধির উপর নির্ভর করে। ইন্দ্রিয়গোচর অন্তর অণুমধ্যস্থ অন্ত-
রের ত্রায় অতি ক্ষুদ্র নহে; উহার মধ্য দিয়া আণবিক আকর্ষণ
বিকর্ষণের কার্য্য চলে না। মনুষ্য-শরীর দিয়া ঘর্ম্ম বাহির হয়,
বুটিং কাগজে জল শোধন করে; এ সকল ইন্দ্রিয়-গোচর অন্তরের
কার্য্য।

এক খণ্ড খড়ি জলে ডুবাইলে বুদবুদ উঠিতে থাকে।
খড়ির ইন্দ্রিয়-গোচর অন্তরগুলির ভিতর যে বায়ু ছিল, তাহা
তাড়াইয়া জল প্রবেশ করাতেই বায়ু বুদবুদ আকারে জলের
উপরে উঠে। এখন এই ভিজা খড়ির যত ভার, তাহা হইতে
শুক খড়ির ভার বিয়োগ করিলে খড়ির ভিতরে প্রবিষ্ট

জলের ভার পরিমাণ ঠিক করা যায় ; সুতরাং খড়ির ভিতরের অন্তরগুলির আয়তনও ঠিক হয় । জলের ভার জ্ঞাতিলে পরিমাণ নিরূপণ করা যায়, তাহা পরে বুঝান যাইবে ।

স্বর্ণ প্রভৃতি ধাতুব অতি পাতলা গোলক প্রস্তুত করিয়া, তন্মধ্যে জল পূরিয়া পেষণ করিলে গোলকের উপরে বিন্দু বিন্দু জল দেখা যায় । সুতরাং ধাতু প্রভৃতি সমস্ত কঠিন পদার্থের সান্তরতা গুণ আছে । বায়ু প্রভৃতি সমস্ত বায়বীয় পদার্থ এবং জল প্রভৃতি সমস্ত দ্রব পদার্থ অতি সহজেই পরস্পর মিশ্রিত হয় ; অতি অল্প চাপেই বায়বীয় পদার্থ সঙ্কুচিত হয় ; প্রভূত চাপের সাহায্যে দ্রব পদার্থকেও সঙ্কুচিত করা যায় ; এ সমস্ত সান্তরতা গুণেরই পরিচয় ।

নদীর ঘোলা জলে মৃত্তিকা প্রভৃতি নানা পদার্থ গুলিয়া থাকে । বুটিং কাগজ কি করলার উপর ঘোলা জল দিলে কাগজ কি করলার ইন্ড্রিয়-গোচর অন্তরগুলির মধ্য দিয়া খাঁটি জলটুকু নিম্নে পড়ে, মৃত্তিকা প্রভৃতি অপর পদার্থ গুলি সে সকল সূক্ষ্ম ছিদ্রের মধ্যে প্রবেশ করিতে পারে না । ইহাকে জল শোধন করা বলে ।

১৩। আকৃষ্ণনীয়তা কাহাকে বলে ?—চাপ প্রয়োগ করিলে পদার্থের গামগ্রীপরিমাণ না কমিয়া আয়তন কমিয়া যায় । পদার্থের এই গুণকে আকৃষ্ণনীয়তা বলে । চাপ প্রয়োগে পদার্থের অণুগুলি ঘেসিয়া আসে, তাহাতেই আয়তন কমে । সুতরাং সান্তরতাই আকৃষ্ণনীয়তার কারণ । •

স্পঞ্জ, কাগজ, কাপড়, রবর, কর্ক প্রভৃতি কতকগুলি কঠিন পদার্থ অতিশয় আকৃষ্ণণীয়; ইহারা অঙ্গুলির পেষণেই আকৃষ্ণিত হয়। মুদ্রাঙ্কণ কার্যে ধাতুর উপরে ছাপ তোলা যায়; ইহাতে ধাতুর আকৃষ্ণণীয়তা প্রমাণিত হইতেছে। কঠিন পদার্থের আকৃষ্ণণীয়তার সীমা আছে; এই সীমার অতিরিক্ত চাপ দিলে কঠিন পদার্থ ভাঙ্গিয়া যায়, অথবা গুঁড়া হইয়া যায়।

দ্রব পদার্থের আকৃষ্ণণীয়তা অতি অল্প। এক ঘন ইঞ্চি পরিমাণ জলের উপর ৩৭৫ মণ চাপ দিলে দশমাংশ মাত্র আয়তন কমে।

বায়বীয় পদার্থ অতিশয় আকৃষ্ণণীয়। চাপ দিয়া এই সকল পদার্থের আয়তন এক শত ভাগেও কম করা যায়। প্রভূত চাপ দিয়া বায়বীয় পদার্থকে দ্রবাবস্থায় লইয়া যাওয়া গিয়াছে। বায়ুকে কেহ কখন জলের স্তায় দ্রবাবস্থায় দেখে নাই; কিন্তু প্রভূত চাপ ও শৈত্য সাহায্যে তাহাও ঘটয়াছে।

আকৃষ্ণণীয়তা গুণের বিপরীত—প্রসারণীয়তা। তাপে সকল পদার্থই প্রসারিত হয়।

১৪। স্থিতিস্থাপকতা। কাহাকে বলে?—বল প্রয়োগ করিয়া কোন পদার্থকে পেষণ করিলে, বাঁকাইলে, মুচড়াইলে অথবা টানিলে উহার আকৃতি অথবা আয়তন পরিবর্তিত হয়; কিন্তু বলের কার্য ক্ষান্ত হইলে, পদার্থটি পূর্ব আকৃতি অথবা আয়তন পুনরায় লাভ করে। এই ধর্মকে পদার্থের স্থিতি-স্থাপকতা

কহে। পেষণ, বাঁকান, মুচড়ান ও টানা এই চারি প্রকারে স্থিতিস্থাপকতা গুণের পরিচয় হয়। বায়বীয় পদার্থ পেষণ করিতে হয়, ঘড়ির স্প্রিং বাঁকাইতে হয়, কাপড়ের সূতা পাকাইতে অর্থাৎ মুচড়াইতে হয়, বেহালার তার টানিতে হয়। যে প্রকারেই হউক, পদার্থের অণুগুলির স্থানপরিবর্তন ঘটয়াই উহার স্থিতিস্থাপকতা গুণ উৎপন্ন হয়। কোন পদার্থ পেষণ করিলে উহার অণুগুলি পরস্পর নিকটবর্তী হইতে থাকে, কিন্তু আণবিক বিকর্ষণ উহাদিগকে পুনরায় যথাস্থানে লইয়া যায়; যদি টানিলে কি মুচড়াইলে অণুগুলি দূরবর্তী হইয়া পড়ে, তবে আণবিক আকর্ষণ উহাদিগকে যথাস্থলে ফিরাইয়া আনে। এক গাছি কঞ্চি বাঁকাইয়া ধমুকের মত করিলে, ধমুকের ভিতর পিঠের অণুগুলি নিকটবর্তী ও বাহির পিঠের অণুগুলি দূরবর্তী হয়। এখানে আণবিক আকর্ষণের গুণে বাহির পিঠের অণুগুলি পরস্পরকে টানিতে থাকিবে এবং আণবিক বিকর্ষণের গুণে ভিতর পিঠের অণুগুলি পরস্পরকে তাড়াইয়া দিতে থাকিবে; তাহাতেই কঞ্চি গাছি পুনরায় সোজা হইবে।

সকল পদার্থ সমান স্থিতিস্থাপক নহে। দ্রব কি বায়বীয় পদার্থের উপর চাপ দিলে আয়তন কমিয়া যায়, কিন্তু চাপ তুলিয়া লইলে ঠিক পূর্ববৎ হয়। এই জন্ত দ্রব ও বায়বীয় পদার্থকে পূর্ণ মাত্রায় স্থিতিস্থাপক বলা যায়। কিন্তু কঠিন পদার্থের স্থিতিস্থাপকতার ভিন্ন ভিন্ন পরিমাণ আছে। কাচ, মার্বেল, হস্তিদন্ত, রবর, ইম্পাত, ইহাদের স্থিতিস্থাপকতা অনেক অধিক; কিন্তু কর্দম, চর্কি, মীসা, ইহাদের স্থিতিস্থাপকতা নাই বলিলেই চলে।

কঠিন পদার্থের স্থিতিস্থাপকতার একটি সীমা আছে ; সে সীমা অতিক্রম করিলেই পদার্থটা ভাঙিয়া যায়, অথবা তাহার পূর্ব আকৃতি ও আয়তন সম্পূর্ণ লভ করিবার শক্তি থাকে না। রবর এত স্থিতিস্থাপক বটে, কিন্তু সর্বদা অধিক লম্বা করিয়া টানিলে রবর আর পূর্বাৱস্ব লভ করিতে পারে না, পূর্ৱাপেক্ষা লম্বা হইয়াই থাকে। এক খণ্ড পাতলা কাঠ বাকাইলে, বাকিয়াই থাকে ; কাঠ অতি অল্প পরিমাণে স্থিতিস্থাপক বলিয়াই এরূপ হয়।

ইঞ্জিনিয়ার ও মিস্ত্রি দিগের পক্ষে কাঠ, লৌহ, ইম্পাত প্রভৃতি পদার্থের স্থিতিস্থাপকতার সীমা জানিয়া রাখা নিতান্ত আবশ্যিক। এ জ্ঞান না থাকিলে সেতু নির্মাণ, নৌকা নির্মাণ, ছাদের কড়ি বসান বিড়ম্বনা হইত।

যে সকল পদার্থ অত্যন্ত স্থিতিস্থাপক, তাহা উপর হইতে নিম্নে কোন কঠিন পদার্থের উপর পড়িলেই লাফাইয়া উঠে। বালকেরা যে রবরের বল লইয়া খেলা করে, উহার মধ্যে বায়ু পোরা থাকে। বলটা মাটির উপর পড়িলেই, মাটির প্রতিঘাতে রবরের আকৃতি চেপ্টায়া যায় এবং ভিতরের বায়ু আকুঞ্চিত হয়। রবর ও বায়ু অত্যন্ত স্থিতিস্থাপক বলিয়া অবিলম্বে পূর্ৱাবস্ব ও পূর্ৱায়তন লভ করে, তাহাতেই বলটা মাটি হইতে প্রতিক্ৰিয় হয়। ইম্পাত অতিশয় স্থিতিস্থাপক বলিয়া গাড়ি ও ঘড়ির শিফ ইম্পাতে নির্মিত হয়। চুল, পালক, নারিকেলের ছোবড়া প্রভৃতির স্থিতিস্থাপকতার জন্যই উহাতে গদি প্রস্তুত করে।

তৃতীয় পরিচ্ছেদ



গতি ও বল

১৫। পদার্থের কোন্ অবস্থাকে স্থিতি বলে ?
—যখন কোন পদার্থ একই স্থানে থাকে, এক স্থান হইতে অন্য স্থানে যায় না, সেই অবস্থাকে স্থিতি বলে। নিরপেক্ষ ও সাপেক্ষ ভেদে স্থিতি দুই প্রকার। কোন প্রকার গতি না থাকিলেই নিরপেক্ষ স্থিতি হয়। কিন্তু এরূপ অবস্থা কখনই সম্ভবে না। পৃথিবী নিজের মেরুদণ্ডের ও সূর্য্যের চারিদিকে নিরন্তর ঘুরিতেছে। সুতরাং পৃথিবীর সকল অংশই এই দুই প্রকার গতিবিশিষ্ট। অতএব পৃথিবীস্থ কোন পদার্থই সম্পূর্ণ রূপে স্থির রহিয়াছে, এরূপ সম্ভব হয় না। সাপেক্ষস্থিতি বলিলে এই বুঝায় যে, কোন পদার্থ চারিদিকের অপর পদার্থের সম্পর্কে স্থির রহিয়াছে, কিন্তু প্রকৃত পক্ষে তাহার পূর্ব্বোক্ত প্রকার দুইটা গতি রহিয়াছে। আমি এক খানি গাড়িতে গিয়া বসিয়া রহিয়াছি বলিলে এই বুঝায় যে, আমি গাড়ির সম্পর্কে স্থির। কিন্তু ঘর, বাড়ী, মাঠ, গাছ প্রভৃতি নানা পদার্থ ছাড়াইয়া গাড়িখানি দ্রুতবেগে ছুটিতেছে; সুতরাং ঐ সকল পদার্থের সম্পর্কে আমিও ছুটিতেছি।

১৬। পদার্থের কোন্ অবস্থাকে গতি বলে ?—
যখন কোন পদার্থ এক স্থান হইতে অন্যস্থানে যাইতে

থাকে, সেই অবস্থাকে গতি বলে। নিরপেক্ষ ও সাপেক্ষ ভেদে গতিও দুই প্রকার। কোন নির্দিষ্ট বিন্দু যদি নিরপেক্ষ স্থিতি-বিশিষ্ট হয়, তবে তাহারই সম্পর্কে অপর কোন বিন্দুর গতি হইলে সেই গতিকে নিরপেক্ষ গতি বলা যায়। কিন্তু বিশ্বসংসারের মধ্যে কোন বিন্দুরই নিরপেক্ষ স্থিতি সম্ভব নহে, সুতরাং নিরপেক্ষ গতিও অসম্ভব। সাপেক্ষ স্থিতি সম্পন্ন কোন পদার্থের সম্পর্কে অপর পদার্থের গতি হইলে সেই গতিকে সাপেক্ষ গতি বলে। পূর্বোক্ত উদাহরণে ঘর বাড়ী, মাঠ, গাছ প্রভৃতি সাপেক্ষ স্থিতি বিশিষ্ট, অর্থাৎ উহারা স্থির রহিয়াছে বলিয়া বোধ হইতেছে, কিন্তু বস্তুতঃ পৃথিবীর আবর্তনের সহিত উহাদের নিয়তই গতি হইতেছে। ঐ সকল অনুভবতঃ স্থির পদার্থ সকলের সম্পর্কে আমার গাড়িকে অবশ্যই গতিবিশিষ্ট বলিতে হইবে। এই গতি সাপেক্ষ গতি।

১৭। গতি কয় প্রকার?—গতি দুই প্রকার— ঋজু ও বক্র। সরল রেখাক্রমে চলিলে ঋজু ও বাঁকিয়া বাঁকিয়া অথবা চক্রাকারে ঘুরিয়া চলিলে বক্র গতি বলে। উপর হইতে নিম্নে কোন ভারী বস্তু পড়িলে উহার ঋজু গতি হয়। জাঁতা কীলকের চারি দিকে ঘুরিলে বক্র গতি হয়। ঋজু ও বক্র উভয় গতিই আবার সম ও বিষম ভেদে দুই প্রকার। সমপরিমাণ সময়ে সমপরিমাণ দূর চলিলে সম গতি হইল। আমি প্রথম ঘণ্টায় দেড় ক্রোশ, দ্বিতীয় ঘণ্টায় দেড় ক্রোশ, তৃতীয় ঘণ্টায় দেড় ক্রোশ, এই হিসাবে বরাবর চলিলে আমার সমগতি হইল। যদি

কাঁটার গতি, যুদ্ধ কালে সৈন্যদিগের পদ চারণা সমগতির উত্তম দৃষ্টান্ত। সমপরিমাণ সময়ে অসমপরিমাণ দূর চলিলে তাহাকে বিষম গতি বলে। আমি যদি কোন স্থানে বাইতে প্রথম ঘণ্টায় দুই ক্রোশ, দ্বিতীয় ঘণ্টায় এক ক্রোশ, তৃতীয় ঘণ্টায় দেড় ক্রোশ হাঁটি তাহা হইলে আমার বিষমগতি হইল। বিষমগতি আবার নানা প্রকার। যখন একখানি ট্রেন স্টেশন হইতে ছাড়ে, তখন তাহার গতি ক্রমশঃই বাড়িতে থাকে, ইহাকে বর্দ্ধমান গতি বলে। কোন স্টেশনে পঁছছিবার পূর্বে ট্রেনের গতি ক্রমশঃই কমিতে থাকে, নতুবা স্টেশনে আসিয়া থামিবে কেন? এইরূপ গতিকে হ্রাসমান গতি বলে। যদি কোন ব্যক্তি গাড়ি করিয়া প্রথম ঘণ্টায় এক ক্রোশ, দ্বিতীয় ঘণ্টায় তিন ক্রোশ, তৃতীয় ঘণ্টায় পাঁচ ক্রোশ, এইরূপ ভাবে বাইতে থাকে, তাহা হইলে প্রতি ঘণ্টায় তাহার গতি দুই ক্রোশ করিয়া বাড়িতে লাগিল। এইরূপ গতিকে সমবর্দ্ধমান গতি বলে। আবার যখন কাহারও গতি ঐ ভাবে ক্রমশঃ সমান সমান সময়ে সমান সমান কমিতে থাকে, তখন সে গতিকে সমহ্রাসমান গতি বলে।

১৮। গতির অঙ্গ—গতির দুইটা অঙ্গ—দিক ও বেগ। গতি বুঝিতে গেলেই জানিতে হইবে যে, কোন একটা দিক অবলম্ব করিয়া গতি হইতেছে। আবার কতটুকু সময়ে কতটুকু বাইতেছে, তাহাও জানা আবশ্যক। নির্দিষ্ট কালে কোন পদার্থ যতদূর যায়, তাহাই উহার বেগের হার। কালের হিসাব করিবার ক্ষুদ্র ঘণ্টা, মিনিট

ও সেকেন্ডে ধরা হয়, এবং দূরত্বের হিসাব করিবার জন্য ফ্রোণ, মাইল, ফুট ইত্যাদি ধরা হয়। একটা ট্রেন প্রতি ঘণ্টায় কুড়ি মাইল হিসাবে চলিলে, উহার বেগ কুড়ি মাইল বলিতে হয়। একটা বন্দুকের গুলি প্রতি সেকেন্ডে ১,০০০ ফুট ছুটিলে উহার বেগ ১,০০০ ফুট বলে।

১৯। নিশ্চেষ্টতা কাকে বলে?—জড় পদার্থ এক স্থানে স্থির থাকিলে আপন চেষ্টায় অন্য স্থানে যাইতে পারে না, আবার কোন উপায়ে চালিত হইলে, আপন চেষ্টায় স্থির হইতে পারে না। এই ধর্মটিকে নিশ্চেষ্টতা বলে। কোন পদার্থ স্থির থাকিলে স্থিরই থাকে, আপনা হইতে নড়িতে চড়িতে পারে না, তাহা সকলেই জানে। কিন্তু একবার চালিত হইলে আর স্থির হইতে পারে না, চিরদিনই চলিতে থাকিবে, ইহা কেহ দেখে নাই। একটি মার্সেল বরের মেজের উপর গড়াইয়া দিলে গতির বেগ ক্রমশঃ কমিতে থাকে ও অবশেষে মার্সেলটা থামিয়া যায়। মার্সেলটা দৌড়ান অপেক্ষা স্থির থাকিতে ভাল বাসে বলিয়াই যে ক্রমশঃ থামিয়া যায় তাহা নহে। মেজের ঘর্ষণে ও বায়ুর বাধাতে মার্সেলটির গতি ক্রমশঃ কমিতে থাকে। যদি মেজের ঘর্ষণ ও বায়ুর বাধা আদৌ না থাকিত, তাহা হইলে মার্সেলটা কোন কালেই থামিত না। পৃথিবীর উপর যে কোন পদার্থই চালিত হউক না, ভূমি অথবা বায়ুর সঙ্গে তাহার সংঘর্ষণ হইবেই হইবে, সুতরাং কোন পদার্থেরই অব্যাহত গতি সম্ভবেনা। গ্রহ নক্ষত্রাদি শূন্যমার্গে ঘুরিতেছে; উহাদের পথে বায়ু কি.

অপর কোন এমন পদার্থ নাই, বাহ্যিক সঙ্গে সংঘর্ষণ ঘটতে পারে; সুতরাং গ্রহ নক্ষত্রাদির গতি অব্যাহত ভাবে চিরদিনই চলিতেছে। ইহাই নিশ্চেষ্টতার চির সচল গতির একমাত্র দৃষ্টান্ত।

২০। নিশ্চেষ্টতার কয়েকটি দৃষ্টান্ত—গাড়ি চলিবার সময় উঠা হইতে লক্ষ লক্ষ পা ছুপানি মাটিতে ঠেকিলেই থিব হয়, কিন্তু শরীরের উদ্দেশ্য গাড়ির গতিতে গতিবিশিষ্ট থাকে। সুতরাং পা নড়ে না, কিন্তু শরীরের উদ্দেশ্য সম্মুখ দিকে অগ্রসর হইতে চাব বলিয়া আমরা পড়িয়া যাই। গাড়ি হইতে নামিবার সময় শরীরের উদ্দেশ্য একটু পশ্চাৎ দিকে হেঁটাইয়া নামিলে, সেই হেলান অংশ নিশ্চেষ্টতা গুণে অগ্রসর হইয়া ঠিক পায়ের উপর সোড়া হইয়া দাঁড়ান, ইহাতে পড়িবার সম্ভাবনা থাকে না।

নৌকা কি গাড়ির উপর দাঁড়াইয়া আছি, এমন সময় উঠা হঠাৎ দ্রুতবেগে চলিত হইলে পা ছুপানি হঠাৎ গতিবিশিষ্ট হইয়া অগ্রসর হয়; কিন্তু শরীরের উদ্দেশ্য তখনও গতিশীল না কবাবে পশ্চাদ্বর্ত্তে পড়িয়া যাইতে হয়। এ সময়ে সম্মুখ দিকে হেলিয়া থাকছি বুদ্ধিমানের কার্য।

দৌড়াইবার সময় পানে হেঁট মাটিতে পায়ের গতি রোধ হয়, কিন্তু শরীরের উদ্দেশ্যের গতি পূর্ববৎ থাকে বলিয়া সম্মুখদিকে পড়িয়া যাইতে হয়।

ট্রেন চলিতে চলিতে এঞ্জিন থানি কিছুতে থাকা লাগিয়া থাকিয়া গেলে পশ্চাৎবর্ত্তী গাড়িগুলি পূর্ববৎ গতিবিশিষ্ট থাকায়

সম্মুখদিকে ছুটিতে থাকে, সূত্রায় এজ্বিন খামিতে ধাক্কা লাগিয়া চূর্ণ বিচূর্ণ হয়।

পশমী জ্ঞানার গার ছড়ি নারিয়া অথবা চৌকাঠে কি নেজেতে জুতা ঠুকিয়া ধূলি বাড়িতে হয়। ধূলি স্থিরভাবে স্থানে থাকে, অথচ জানা ও দুতা আঘাত গাইয়া স্থানা-ন্তরে সরিয়া যায়। ইহাতেই ধূলি তকায় হইয়া পড়ে।

২১। বল কাহাকে বলে?—অত পদার্থ নিশ্চেষ্ট বলিয়া উহা স্বয়ং গতি কি স্থিতির অবস্থা পরিবর্তন করিতে পারে না; স্থির থাকিলে অদ্যং গতি উৎপন্ন করিতে পারে না, অথবা চালিত হইলে অন্য গতিতে পারে না। যে কারণে স্থির পদার্থে গতি উৎপন্ন হয় অথবা চালিত পদার্থের গতি বন্ধ কিংবা পরিবর্তিত হয়, সেই কারণকে বল বলে। আঘাত আর্ষণ ও বিকর্ষণকে বল বলে; মহায়া অথবা অপর কোন প্রাণী দৈহিক শক্তিতে নানা কান্য সম্পন্ন হবে, তাহাও বল; বায়বীয় পদার্থের স্থিতি-স্থাপকতা শুণে কত কাণ্য হইতেছে, উহাও বল।

যে বলে পদার্থের গতি উৎপন্ন হয়, তাহাকে শক্তি ও বাহ্যতে গতি প্রতিকূল হইয়া নষ্ট হয়, তাহাকে বাধা বলা বাহ্যতে পারে।

২২। ঘর্ষণ-বল। একটা কাঠের টেবিলের উপর একটা ভারী বস্তু রাখিয়া নাড়িতে হইলে অধিক শক্তি লাগে। যদি টেবিলটা কাঠের না হইয়া মার্বেল পাথরের

হইত, তাহা হইলে এত শক্তি লাগিত না। মার্সেল মশ্বণ বুলিয়া দ্রব্যটি সহজে পিছলিয়া যাইত। বরফের উপর হইলে আরও অল্প বলে পিছলাইত; কারণ মার্সেল অপেক্ষা বরফ মশ্বণ। সুতরাং যে পদার্থ যত অল্প মশ্বণ, তাহার উপর অপর দ্রব্য রাখিয়া ঠেলিতে তত অধিক শক্তি লাগে। পদার্থের অমশ্বণতা নিবন্ধন এই যে বাধা, ইহাকেই ঘর্ষণ-বল বলে। ঘর্ষণ যে বাধা-জাতীয় বল, শক্তি-জাতীয় নহে, তাহা স্পষ্টই বুঝা যাইতেছে। চর্কি, ঘৃত, তৈল প্রভৃতি বসায় পদার্থ মাখাইলে ঘর্ষণ কমিয়া যায়। কিন্তু মাখান পদার্থটি যদি শুষ্ক থাকে, তাহা হইলে ঘর্ষণ না কমিয়া বাড়িয়া যায়। ধাতুময় পদার্থের উপর তৈল মাখাইলে উহা শুবে না, সুতরাং ঘর্ষণ কমিয়া যায়, কিন্তু কাষ্ঠময় পদার্থে তৈল দিলে শুষ্ক থাকে এবং ঘর্ষণ বাড়ে।

ঘর্ষণ-বল না থাকিলে আমাদের গকে বড় বিপন্ন হইতে হইত। বরফের কি মার্সেলের উপর চলিতে যেমন পিছলাইয়া পড়িতে হয়, ঘর্ষণ বল না থাকিলে সকল পদার্থই সেইরূপ সর্বদাই সর্বত্র পিছলাইয়া পড়িত। আবার, কোন স্থান একটু গড়ান হইলে তথায় কোন দ্রব্য দাঁড়াইতে পারিত না, একেবারে তলায় গড়াইয়া পড়িত।

২৩। বলের অঙ্গ—বলের তিনটি অঙ্গ—প্রয়োগ-বিন্দু, দিক্ এবং পরিমাণ। কোন পদার্থে বল প্রয়োগ করিলে সেই পদার্থের কোন এক বিন্দুতে সেই বলের কার্য্য হয়, এই বিন্দুকে ঐ বলের প্রয়োগ-বিন্দু বলে। বল এই প্রয়োগ-

বিন্দুকে যে দিকে টানিতে অথবা ঠেলিতে থাকে, তাহাকেই ঐ বলের দিক্ বলে। সরলরেখা ক্রমেই বলের কার্য্য হয়, সুতরাং বলের দিক্ সরলরেখা। এক সের বস্তুকে তুলিতে যত বল লাগে দুই সের বস্তুকে তাহার দ্বিগুণ, তিন সের বস্তুকে তুলিতে তাহার তিনগুণ বল লাগে। এক সের বস্তুকে ধরিয়া রাখিতে যত বল লাগে, তাহাকেই বলের একক বলে। যে বল এই এককের যত গুণ অধিক অথবা যত ভাগ কম, তাহাই ঐ বলের পরিমাণ।

২৪। বল কিরূপে প্রকাশিত হয়?—বলের কার্য্য বুঝাইতে হইলে সরলরেখার সাহায্যেই বুঝান যায়। বলের তিনটি অঙ্গই সরলরেখাতে প্রকাশ করা যায়। সরল রেখা মাত্রই একটা বিন্দু হইতে আরম্ভ হইয়া, নির্দিষ্ট দিক্ অবলম্বন করিয়া, যত দূর আবশ্যক দীর্ঘ হইতে পারে। এই আরম্ভ-বিন্দুটি বলের প্রয়োগ বিন্দুকে, রেখার দিক্ বলের দিক্কে এবং রেখার দৈর্ঘ্য বলের পরিমাণকে প্রকাশ করিতে পারে। বল সের হিসাবে এবং রেখার দৈর্ঘ্য ইঞ্চি হিসাবে পরিমিত হয়। বলের এক সের বুঝাইতে রেখার এক ইঞ্চি ধরিলেই, কোন নির্দিষ্ট বল পাঁচ সের হইলে পাঁচ ইঞ্চি দীর্ঘ রেখা দ্বারা স্পষ্টরূপে প্রকাশিত হইতে পারে।

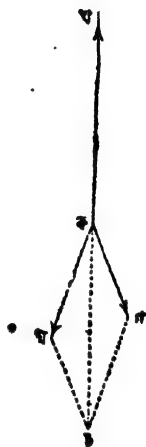
২৫। সমজাত-বল—কোন বিন্দুর উপর বিপরীত দিক্ হইতে দুইটি অথবা ততোধিক বল প্রয়োগ করিলে যদি বিন্দুটির কোন দিকেই গতি না হয়, তবে আমরা অবশ্যই বলিব যে বলগুলির সাম্যাবস্থা লাভ হইয়াছে। মনে কর, কোন বিন্দুর এক দিকে দুই সের এবং ঠিক বিপরীত দিকেও দুই সের বল প্রযুক্ত হইয়াছে, অথবা এক দিকে তিন সের বল ও বিপরীত

দিকে একটি দুই সের ও একটি এক সের বল প্রযুক্ত হইয়াছে, তাহা হইলে বিপরীত দিকে কার্য্যকারী বল গুলি অবশ্যই পরস্পরের কার্য্য ধ্বংস করিয়া বিন্দুটিকে স্থির রাখিবে। ইহাকেই বলের সাম্যাবস্থা বলে। দুই কি ততোধিক বল একত্রে যে কার্য্য উৎপাদন করে, একটি মাত্র বল দ্বারা সেই কার্য্য উৎপন্ন করিতে হইলে, যে বল প্রয়োগ করিতে হয়, তাহাকেই উক্ত বলগুলির সম্মাত্র-বল বলে। মনে কর, একটি বিন্দুর উপর একই দিকে একটি দুই সের, একটি চারি সের ও একটি পাঁচ সের বল প্রয়োগ করা গেল; তাহা হইলে $(২ + ৪ + ৫ = ১১)$ এগার সের পরিমাণ একটি মাত্র বল প্রয়োগ করিলেও সেই ফল ফলিবে। এখানে প্রযুক্ত বলগুলির যোগ ফলই উহাদের সম্মাত্র-বলের পরিমাণ, এবং প্রযুক্ত বল গুলি যে দিকে অবলম্বন করিয়া কার্য্য করিতেছিল, সম্মাত্র-বলও সেই দিকে কার্য্য করিবে।

মনে কর, একটি বিন্দুর উপর এক দিকে পাঁচ সের এবং তদ্বিপরীত দিকে একটি এক সের ও একটি তিন সের বল প্রয়োগ করা গেল; তাহা হইলে $[৫ - (১ + ৩) = ১]$ এক সের পরিমাণ একটি মাত্র বল পাঁচ সেরের দিকে প্রয়োগ করিলেও সেই ফল ফলিবে। এখানে বিপরীত দিকে প্রযুক্ত বল গুলির বিরোধ ফলই উহাদের সম্মাত্র-বলের পরিমাণ, এবং যে দিকের বলের পরিমাণ অধিক, সম্মাত্র-বল সেই দিকেই কার্য্য করিবে।

কোন বিন্দুতে সরলরেখা-ক্রমে বিপরীত দিকে বল প্রয়োগ করিলে, যেমন বলের সাম্যাবস্থা হইতে পারে, তেমনই ভিন্ন ভিন্ন দিকে ভিন্ন ভিন্ন বল প্রয়োগ করিলেও, সাম্যাবস্থা হইতে

পারে। মনে কর, (১ম চিত্র) ক বিন্দুর তিন দিকে খ, গ ও ঘ এই তিনটি বল প্রযুক্ত হইল। এস্থলেও সাম্যাবস্থা হইতে পারে, অর্থাৎ ক বিন্দুটি কোন বলের দিকেই নড়িবো না। এখানে প্রত্যেক বলের কার্য্য অপর দুই বলের সমবায়ী কার্য্যের সমান। খ বলটির কার্য্য গ ও ঘ বলের সমবায়ী কার্য্যের সমান, গ বলটির কার্য্য খ ও ঘ বলের সমবায়ী কার্য্যের সমান, ঘ বলটির কার্য্য খ ও গ



বলের সমবায়ী কার্য্যের সমান।

১ম চিত্র।

এক্কে সমবায়ী কার্য্য কাকে বলে, তাহা বুঝা যাউক।

বল সরলরেখা দ্বারা প্রকাশিত হইতে পারে। সুতরাং মনে কর, খ বলটির দিক্ ও পরিমাণ ক খ রেখা, গ বলটির দিক্ ও পরিমাণ ক গ এবং ঘ বলটির দিক্ ও পরিমাণ ক ঘ রেখা দ্বারা প্রকাশিত হইল। খ বল ক বিন্দুকে ক খ রেখা ক্রমে টানিতেছে, গ বল ক বিন্দুকে ক গ রেখাক্রমে টানিতেছে, এবং ঘ বল ক বিন্দুকে ক ঘ রেখা ক্রমে টানিতেছে। এক্কে আমরা খ বলটির কথা ছাড়িয়া দিয়া মনে করি যে, ক বিন্দুর উপর কেবল গ ও ঘ

বল কগ ও কঘ রেখাক্রমে কার্য্য করিতেছে। এই উভয় বলের কার্য্যে ক বিন্দুটি কগ কি কঘ কোন দিকেই যাইবে না, ঠিক কচ রেখা ক্রমে যাইবে। এই কচ রেখাটি কিরূপ রেখা তাহা দেখা যাউক। কগ ও কঘ রেখাঙ্গয় অবলম্বন করিয়া কগচ সমান্তর ক্ষেত্রটি অঙ্কিত করিলে, কচ উহার কর্ণরেখা হয়। গ ও ঘ বলের সজ্জাত-বল এই কচ রেখা ক্রমেই কার্য্য করে। আবার কগ ও কঘ রেখার তুলনায় কচ রেখার পরিমাণ যত, গ ও ঘ বলের তুলনায় উহাদের সজ্জাতবলের পরিমাণ ঠিক তত। সুতরাং কচ রেখা গ ও ঘ বলের সজ্জাতবলের দিক্, ও পরিমাণ উভয়ই প্রকাশ করিতেছে; অর্থাৎ ক বিন্দুতে গ ও ঘ বল প্রয়োগ করিলে যে ফল, কচ রেখার দৈর্ঘ্য পরিমিত বল প্রয়োগ করিয়া চর দিকে টানিলেও সেই ফল উৎপন্ন হয়। অতএব কোন জড় বিন্দুর উপর ভিন্ন ভিন্ন দিক্ হইতে দুইটি বল প্রযুক্ত হইলে উক্ত বলদ্বয়ের দিক্ ও পরিমাণ প্রকাশ করিয়া দুইটি সরল রেখা উক্ত বিন্দু হইতে টানিয়া সেই রেখাঙ্গয়কে বাহু করিয়া একটি সমান্তর ক্ষেত্র অঙ্কিত করিলে এবং উক্ত বিন্দু হইতে সমান্তর ক্ষেত্রটির কর্ণ রেখা টানিলে, প্রযুক্ত বলদ্বয়ের সজ্জাত-বলের দিক্ ও পরিমাণ সেই কর্ণ রেখা দ্বারা প্রকাশিত হইবে। ইহাকে বল-সমান্তরক্ষেত্র ঘটিত নিয়ম বলে। এই নিয়মটির কার্য্য সর্বদাই দেখিতে পাওয়া যায়। মানুষ যখন সীতার দেয় ভখন ছই হস্তে জলে আঘাত করে। এই আঘাতে জল হস্তে বাধা দিয়া পশ্চাৎ হইতে সমুখ দিকে

ঠেলিয়া দিবার পক্ষে দুই পার্শ্বে দুইটি বলের কার্য্য করে। এই দুই বলের দিক্ ও পরিমাণ চগ ও চব রেখা (১ম চিত্র) দ্বারা প্রকাশিত হইতে পারে। সুতরাং মানুষগী চক রেখা পন্নিমিত বলে চক রেখা ক্রমেই অগ্রসর হইতে থাকে। পক্ষিগণ উড়িবার সময় বায়ুতে এইরূপেই আঘাত করিয়া অগ্রসর হয়।

১ম চিত্রে ক বিন্দুর উপর খ, গ ও ঘ এই তিনটি বল কার্য্য করিতেছে। উহাদের প্রত্যেক বল অপর দুই বলের সম্ভাত-বলের সমান এবং সেই বল ঐ সম্ভাত-বলের ঠিক বিপরীত দিকে কার্য্য করিবেন। ১ম চিত্রে বলগুলি রেখাদ্বারা প্রকাশিত হইয়াছে। এস্থলে বচ কখ র সমান এবং ঠিক বিপরীত দিকে অবস্থিত হইবে।

অতএব কোন বিন্দুতে দুইটি ভিন্ন ভিন্ন বল সরলরেখাক্রমে প্রযুক্ত না হইয়া ভিন্ন ভিন্ন দিক্ হইতে প্রযুক্ত হইলে, বল-সমাস্তর-ক্ষেত্র-ঘটিত নিয়মদ্বারা কর্ণ রেখার দিক্ ও পরিমাণ স্থির করিয়া উক্ত বলদ্বয়ের সম্ভাত বলের দিক্ ও পরিমাণ নিরূপণ করা যায়।

বল সমাস্তর-ক্ষেত্র-ঘটিত নিয়ম দ্বারা একটি বিন্দুতে প্রযুক্ত কেবল দুইটি বলের সম্ভাত-বল নিরূপিত হইতে পারে, এমন নহে; কোন বিন্দুতে বহুসংখ্যক বল প্রযুক্ত হইলেও, ঐ নিয়ম দ্বারা উহাদের সকলেরই সম্ভাত-বল নিরূপিত হইতে পারে। যদি কোন বিন্দুতে পাঁচটি বল প্রযুক্ত থাকে, তবে প্রথমে দুইটি বল লইয়া সমাস্তর-ক্ষেত্র আঁকিয়া কর্ণ রেখা বাহির করিতে হয়। এই কর্ণ রেখা প্রথম ও দ্বিতীয় বলের সম্ভাত-বলের প্রকাশক। এই সম্ভাত-বল ও তৃতীয় বল লইয়া আবার একটি

সজ্জাত-বল বাহির হইবে। এই দ্বিতীয় সজ্জাত-বল ও চতুর্থ বল লইয়া আর একটি সজ্জাত-বল বাহির হইবে। এই তৃতীয় সজ্জাত-বল ও পঞ্চম বল লইয়া যে সজ্জাত বল বাহির হইবে তাহাই পাঁচটি বলের সজ্জাত-বল। বহুসংখ্যক বলের একটি সজ্জাত বল বাহির করিতে অনেক গুলি সমান্তর ক্ষেত্র অঙ্কিত করিতে হয়। এই সমান্তর-ক্ষেত্র গুলি লইয়া একটি মাত্র বহুকোণী ক্ষেত্র উৎপন্ন হয়। ইহাকে বলবিষয়ক বহুকোণী ক্ষেত্র বলে।

আমরা এতক্ষণ যে সকল বলের কথা বলিয়া আসিতেছি, তৎসমস্তই একটি মাত্র বিন্দুতে কার্য্যকারী বলিয়া কল্পিত। কিন্তু একটি কঠিন বস্তুতে নানা বিন্দু; উহার প্রত্যেক বিন্দুতে অথবা কতকগুলি বিন্দুতে পৃথক পৃথক বল এক্রূপে প্রযুক্ত হইতে পারে যে, সকল বল গুলিই পরস্পর সমান্তরাল রেখাক্রমে কার্য্য করিতে থাকে। ইহাতে দুইটি অবস্থা হইতে পারে;—সমস্ত সমান্তরাল বল গুলিই এক দিকে কার্য্য করিতে পারে অথবা কতকগুলি এক দিকে ও অবশিষ্ট গুলি বিপরীত দিকে কার্য্য করিতে পারে। প্রথম অবস্থায় সমস্ত বল গুলির সমষ্টি উহাদের সজ্জাত বলের পরিমাণ হইবে। দ্বিতীয় অবস্থায় ৩০ দিকের বল গুলির সমষ্টি অধিক, সেই সমষ্টি হইতে বিপরীত দিকের বল গুলির সমষ্টি বিয়োগ করিলে সজ্জাত-বলের পরিমাণ নিরূপিত হইবে। দুইটি বোড়া এক খানি গাড়ি টানিলে দুই বোড়ার বলের সমষ্টি সজ্জাত-বল হইবে। কোন নদীর শ্রোতের বেগ বন্টার ছই ফ্রোশ এবং একখানি ষ্টীমারের বেগ বন্টার ছই ফ্রোশ হইলে নদীশ্রোতের অগ্রকূলে ষ্টীমার খানি বন্টার আট ফ্রোশ, কিন্তু প্রতিকূলে বন্টার চারি ফ্রোশ হইবে।

২৬। বল-বিঘাত কাহাকে বলে?

বলের সমজ্বাত যেমন একটি বল জন্মে, সেই রূপ একটি বলকে বিভেদ করিয়া তিন তিন দুইটি বল প্রাপ্ত হওয়া যায়। ইহাকে বল বিঘাত বলে।

মনে কর, একটি নির্দিষ্ট বলের দিক ও পরিমাণ কথ রেখা (২য় চিত্র দ্বারা প্রকাশিত হইল। ক হইতে একটি সরল রেখা টানিয়া তন্মধ্যে গ বিন্দু কল্পনা কর। গ ও খ সংযুক্ত কর।

কগ ও গখ অবলম্বন করিয়া

কগখ সমান্তর ক্ষেত্রটি অঙ্কিত

কর। এক্ষণে বল-সমান্তর-

ক্ষেত্র-বটিত নিম্ননালুসারে স্পষ্টই

দৃষ্টা যাইতেছে যে, কথ রেখা

দ্বারা প্রকাশিত একটি বল কগ

ও কখ রেখা দ্বারা প্রকাশিত

দুইটি বলে বিভক্ত হইতে

পারে। আরও দেখা যাইতেছে



২য় চিত্র।

যে, ক বিন্দু হইতে সরল রেখা যে কোন দিকে টানিয়া তন্মধ্যস্থ যে কোন বিন্দু লইলেও কথকে কর্ণ করিয়া সমান্তর-ক্ষেত্র উৎপন্ন হইতে পারে। সুতরাং নির্দিষ্ট বলটি অসংখ্য প্রকারে বিভক্ত হইতে পারে।

কোন বিন্দুতে প্রযুক্ত দুইটি বলের অন্তর্গত কোণ নির্দিষ্ট থাকিলে, উহাদের কেবল একটি মাত্র সমজাত-বল হইবে। যদি কোণ নির্দিষ্ট না থাকে, কেবল দুইটি প্রযুক্ত বলের পরিমাণ

নির্দিষ্ট থাকে, তাহা হইলে বলদ্বয়ের অন্তর্গত কোণ ভিন্ন ভিন্ন
বারে ভিন্ন ভিন্ন অবলম্বন করিয়া ভিন্ন ভিন্ন সমান্তর-ক্ষেত্র
আঁকিতে পারা যায়; সুতরাং ভিন্ন ভিন্ন দিক ও পরিমাণ
বিশিষ্ট ভিন্ন-ভিন্ন কণ রেখা উৎপন্ন হইবে। এক্রপ অবস্থায়
হুইটী মাত্র বলের অসংখ্য প্রকার সজ্জাত-বল হইতে পারে।

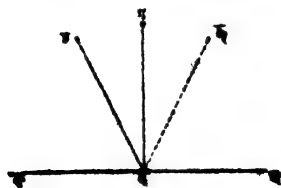
২৭। সমান্তরাল বলের কেন্দ্র—সমান্তরাল বল
গুলির সজ্জাত বল যে বিন্দুতে কার্য্য করে, তাহাকেই
সমান্তরাল বলের কেন্দ্র বলে।

২৮। বলযুগ্ম বা বলদ্বন্দ্ব—হুইটী দৃঢ়সদৃশ বিন্দুতে
হুইটী সমান্তরাল বল বিপরীত দিক হইতে প্রযুক্ত হইলে, উহাদের
বিয়োগ ফল উহাদের সজ্জাত-বলের সমান হয়। সুতরাং
উপরোক্ত অৱস্থায় সমান্তরাল বলদ্বয় যদি পরস্পর সমান হয়,
তাহা হইলে তাহাদের সজ্জাত-বল শূন্য হইবে। পূর্বে দেখান
গিয়াছে যে, সজ্জাত-বলের সমান একটী মাত্র বল উহার বিপ
রীত দিকে কার্য্য করিলেই বলসমূহের সাম্যাবস্থা হয়। এস্থলে
সজ্জাত-বলই নাই, সুতরাং উপরোক্ত সমান্তরাল বলদ্বয়ের
সাম্যাবস্থা লাভের উপায় নাই। অতএব বিন্দুদ্বয় ঘূর্ণিত
হইতে থাকে। ইহাকে বলযুগ্ম বা বলদ্বন্দ্ব বলে।

২৯। বক্রগতি কিসে উৎপন্ন হয়?—কোন বস্তু
একটী মাত্র বল দ্বারা কোন দিকে চালিত হইলে, উহা ঠিক সেই
দিকে সরল রেখা ক্রমে নিরন্তর চলিতে থাকে। ইহা পদার্থের
নিশ্চেষ্টতার ফল। তবে কামানের গোলা ক্রমাগত সরল
রেখাক্রমে একদিকে না ছুটিয়া বক্রগতি ক্রমে ভূমিতে আসিয়া

পড়ে কেন? দড়িতে টিল বাধিয়া একদিকে চালিত করিলে উহা চক্রাকারে ঘুরিতে থাকে কেন? ঘড়ির পরিষোলকটী অঙ্গুলীদ্বারা নাড়িয়া দিলে উহা বৃত্তাংশ অবলম্বন করিয়া ঘুরিতে থাকে কেন? ভিন্ন ভিন্ন দিক্‌বর্তী ছুইলী বলের কার্য্যেই বক্রগতি উৎপন্ন হয়। বাকুদের প্রক্ষেপক বল পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ গোলায় গতিকে ক্রমশঃ বাঁকাইতে থাকে। হস্তের প্রক্ষেপক বল টিলের কেন্দ্রাপসারক বলে পরিণত হয় কিন্তু দড়ির কেন্দ্রাভিকর্ষক বল টিলকে টানিতে থাকে। টিল নিশ্চেষ্টতা গুণে ক্রমাগত চলিতে চায়, কিন্তু দড়ি ছাড়ে না। ইহাতেই চক্রাবর্ত হইতে থাকে। অঙ্গুলির প্রতিক্ষেপক বল ও মাধ্যাকর্ষণ পরিদোলকের দোলায়মান গতি উৎপন্ন করে।

২০। প্রতিফ্রিপ্ত গতি—একটা মহাণ টেবিলের উপর একটা মার্বেল লম্ব ভাবে ফেলিয়া দিলে, উহা ঠিক লম্ব ভাবেই উখিত হইবে। মনে কর, (৩য় চিত্র গ স্থান হইতে কথ টেবিলের উপর একটা মার্বেল ঠিক লম্বভাবে ফেলিলাম।



(৩য় চিত্র)

উহা ঠিক লম্ব লম্ব রেখা ক্রমে ঘ বিন্দুতে পড়িয়া আবার লম্ব রেখা ক্রমেই উপরে উঠিবে। কিন্তু মার্বেলটী যদি ঠ হইল

হইতে ঘ স্থানে ফেলি, তাহা হইলে উহা ঘ ঘ রেখাক্রমে অপর-
দিকে উঠিবে। ইহাকে প্রতিক্ষিপ্ত গতি বলে। প্রতিক্ষিপ্ত
গতির একটি বিশেষ ধর্ম আছে; তাহা এই যে, গদ্য কোণ গদ্য
কোণের সমান হইবে, কোন ক্রমেই ইহার অন্তথা হইবে না।
চক্ষু কোণকে আপতন কোণ এবং গদ্য কোণকে
প্রতিক্ষেপ কোণ বলে।

৩১। গতির নিয়ম—গতির তিনটি নিয়ম। মহা-
পণ্ডিত নিউটন বল ও গতির পরস্পর সম্বন্ধ নিরূপণ করিবার
জন্ত এই তিনটি নিয়ম স্থির করিয়া গিয়াছেন।

১ম। নিয়ম। কোন বল প্রযুক্ত না হইলে, যে
জড়কণা স্থির রহিয়াছে তাহা চিরদিনই স্থির
থাকিবে, আর যে জড়কণা চলিতেছে তাহা চির-
দিনই সরল রেখাক্রমে সমভাবে চলিবে।

এই নিয়মটি পদার্থের নিশ্চেষ্টতা গুণের পরিচায়ক।

২য় নিয়ম। কোন নিশ্চল কিংবা সচল জড়কণার
প্রতি একেবারে একাধিক বল প্রযুক্ত হইলে,
কতোক বল পৃথক পৃথক প্রযুক্ত হইয়া সমবায়ে যে
কার্য্য করিত, সমস্ত বলগুলির সম্মতবল একাকী
ঠিক সেই কার্য্য করিবে।

সচল জড়কণার প্রতি একটিনাত্র বল প্রযুক্ত হইলেও জড়-
কণাটি একাধিক বলের অধীন হইয়া পড়ে। কারণ, পূর্বে কোন
বলের অধীন না হইলে উহা কখনই সচল অবস্থা প্রাপ্ত হইত না।

একটি দক্ষিণবাহিনী নদীর স্রোত উত্তর হইতে দক্ষিণ দিকে
বাহিতেছে। একখানি নৌকার হাল ঠিক সোজা ধরিয়া এই
নদীবক্ষে স্থিরভাবে ছাড়িয়া দিলে নৌকাখানি এক ঘণ্টায়

আধ ক্রোশ দক্ষিণে ভাসিয়া যায়। এই নৌকা থানি নদীর পূর্বধার হইতে ছাড়িয়া হালের আঘাতে পশ্চিম ধারে লইয়া যাইতে ঠিক এক ঘণ্টা লাগে। তাহা হইলে নৌকা থানি পূর্ব পারের যে বিন্দু হইতে ছাড়িবে, সেই বিন্দুর ঠিক পশ্চিম পারে গিয়া উঠিতে পারিবে না, তাহার আব ক্রোশ দক্ষিণে গিয়া পহুঁছিবে। নদীতে স্রোত না থাকিলে নৌকা থানি হালের আঘাতের বলে ঠিক সোজাশুজি পশ্চিমে গিয়া উঠিত। কিন্তু স্থির নৌকা থানির বেলায় নদীস্রোত এক ঘণ্টায় যে আধ ক্রোশ দক্ষিণে লইয়া যায়, চলিষু নৌকার বেলায়ও নদীস্রোত এক ঘণ্টায় ঠিক সেই আধ ক্রোশ দক্ষিণে লইয়া গেল। সুতরাং নিশ্চল কি সচল উভয় অবস্থাতেই কোন পদার্থের উপর বল প্রযুক্ত হইলে একই ফল উৎপন্ন হয়।

বল সমান্তর ক্ষেত্র-ঘটিত নিয়মে প্রমাণিত হইয়াছে যে, একটি জড় কণার উপর একাধিক বল পৃথক্ পৃথক্ প্রয়োগ করিলেও যে ফল, উহাদের একটি মাত্র সম্মত-বল প্রয়োগ করিলেও ঠিক সেই ফল। বল সমান্তর-ক্ষেত্র ঘটিত নিয়মটী জড় কণার নিশ্চল ও সচল উভয় অবস্থাতেই প্রযুক্ত্য, ইহাই দ্বিতীয় নিয়মটীর উদ্দেশ্য।

৩য় নিয়ম। প্রত্যেক ক্রিয়ার এক একটি প্রতি-ক্রিয়া আছে। ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়ার কার্য পরিমাণ পরস্পর ঠিক সমান, কিন্তু কার্য-দিক পরস্পর বিপরীত।

একটি টেবিলের উপর হস্ত দ্বারা তুমি যে বলে আঘাত

করিবে, টেবিল ভোনার হস্তে ঠিক সেই বলে আঘাত করিবে। এই দৃষ্টান্তে হস্তের আঘাতকে ক্রিয়া অথবা ঘাত বলে, কিন্তু টেবিলের আঘাতকে প্রতিক্রিয়া অথবা প্রতিঘাত বলে। হস্তের ক্রিয়া উন্ন হইতে নিম্ন দিকে হইল, কিন্তু টেবিলের প্রতিক্রিয়া নিম্ন হইতে উন্ন দিকে হইল।

৩২। সংবেগ — বস্তুর অল্পপাতে বেগ হয় না। এক সের সামগ্রী বিশিষ্ট বস্তু যে বনে এক সেকেণ্ডে আট ফুট যায়, দুই সের সামগ্রী বিশিষ্ট বস্তু সেই বলে এক সেকেণ্ডে চারি ফুট যাইবে, চারি সের সামগ্রী-বিশিষ্ট বস্তু সেই বলে এক সেকেণ্ডে দুই ফুট যাইবে, কিংবা আট সের সামগ্রী-বিশিষ্ট বস্তু সেই বলে এক সেকেণ্ডে এক ফুট মাত্র যাইবে। এই হলে বস্তুর সামগ্রী-পরিমাণ ও বেগ ভিন্ন ভিন্ন হইলেও উহাদের গুণফল একই এবং বলের কার্য-পরিমাণও সমান। $১ \times ৮ = ৮$, $২ \times ৪ = ৮$, $৪ \times ২ = ৮$, $৮ \times ১ = ৮$ । সামগ্রী-পরিমাণ ও বেগের গুণ ফলেই বলের পরিমাণ নিৰূপিত হয়। সামগ্রী ও বেগের গুণ ফলকে সংবেগ বলে। বেগ ও সংবেগে অনেক প্রভেদ। একটা এক সের ভারী ও অপর একটা দুই সের ভারী দ্রব্য এক সেকেণ্ডে চারি হাত যাইতেছে। এ স্থলে উভয় দ্রব্যেরই বেগ সমান, কিন্তু প্রথম দ্রব্যটির অপেক্ষা দ্বিতীয় দ্রব্যটির সংবেগ দ্বিগুণ। আবার মনে কর, একটা এক সের দ্রব্য এক সেকেণ্ডে চারি হাত যাইল, কিন্তু একটা চারি সের দ্রব্য এক সেকেণ্ডে এক হাত মাত্র যাইল। এস্থলে এক সের দ্রব্যের বেগ চারি গুণ, কিন্তু উভয় দ্রব্যেরই সংবেগ সমান।

সামগ্রী-পরিমাণ ও সংবেগেও অনেক প্রভেদ। এক খানি মাটির সরার উপর তিন সের ভারী এক খানি ইট রাখিলে সরা খানি ভাঙ্গে না। এস্থলে ইটের সামগ্রী-পরিমাণের তিন সের ভার মাত্র সরার উপর কার্য্য করিতেছে। কিন্তু ইট খানি উচ্চ হইতে ফেলিয়া দিলে সরা খানি গুঁড়া হইয়া যায়। ইহাই সংবেগের কার্য্য। ইট যত ভারী ও যত বেগে পড়িবে, সংবেগ তত অধিক হইবে। ইটের সামগ্রী-পরিমাণের কেবল মাত্র তিন সের ভার ধাহা করিতে পারিল না, উহার সহিত বেগ সংযুক্ত হওয়াতে তাহা অনায়াসে পারিল।



চতুর্থ পরিচ্ছেদ

পাদার্থিক আকর্ষণ ও মাধ্যাকর্ষণ

৩৩। পাদার্থিক আকর্ষণ ও তাহার নিয়ম—

বিশ্বসংসারের যাবতীয় জড় পদার্থ পরস্পরকে আকর্ষণ করে। কি কঠিন, কি দ্রব, কি বায়বীয়, কি স্থূল, কি সূক্ষ্ম, কি ক্ষুদ্র, কি বৃহৎ সমস্ত পদার্থই পরস্পরকে আকর্ষণ করিতেছে। এমন একটি জড়কণা নাই, যাহা আকর্ষণ করিতেছে না, অথবা আকৃষ্ট হইতেছে না। ইহাকেই পাদার্থিক আকর্ষণ বলা। এই আকর্ষণ সহক্রে মহাপণ্ডিত নিউটন তিনটি নিয়ম স্থির করিয়া গিয়াছেন।

১ম নিয়ম। যত দূরবর্তীই হউক, প্রকৃতির যাবতীয় পদার্থ পরস্পরকে আকর্ষণ করিতেছে; এই আকর্ষণশক্তি তাহারা ক্রমাগত পরস্পরের দিকে বাইতে চাহিতেছে।

২য় নিয়ম। সমান দূরবর্তী পদার্থ সকলের আকর্ষণপরিমাণ তাহাদের সকলের সামগ্রী-পরিমাণের গুণ ফলের অনুরূপ।

৩য় নিয়ম। সামগ্রী-পরিমাণ সমান থাকিলে, দূরত্বের বর্গের বিপরীত অনুপাতে আকর্ষণের পরিমাণ হয়।

প্রত্যেক পদার্থের সমগ্র সামগ্রী পরিমাণ সেই পদার্থের কেন্দ্রস্থান একত্রিত, ইহা ভাবিয়াই আকর্ষণের হিসাব করিতে হয়। মনে কর, নির্দিষ্ট দূরবর্তী দুইটা গোলক পরস্পরকে আকর্ষণ করিতেছে। ইহাদের একটীর সামগ্রী-পরিমাণ যদি দুই কি তিন গুণ বর্দ্ধিত হয়, তাহা হইলে উহাদের পরস্পরের প্রতি আকর্ষণ শক্তি দুই কি তিন গুণ হইবে। কিন্তু যদি একটা গোলকের সামগ্রী-পরিমাণ দুই গুণ ও অপরটীর সামগ্রী-পরিমাণ তিন গুণ বর্দ্ধিত হয়, এবং মধ্যবর্তী দূরতা সমান থাকে, তাহা হইলে উহাদের আকর্ষণ শক্তি ছয় গুণ বাড়িবে। গোলকদ্বয়ের সামগ্রী-পরিমাণ পবিত্বজন না করিয়া, উহাদের উভয় কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরতা এক হইতে ক্রমাগত দুই, তিন, চারি...গুণ বাড়াইলে আকর্ষণ শক্তি ক্রমশঃ কমিয়া প্রথম আকর্ষণ শক্তির চারি, নয়, বোল .. ভাগের এক ভাগ হইবে।

৩৪। মাধ্যাকর্ষণ—যে বলের গুণে পৃথিবী তছুপরিস্থ যাবতী পদার্থকে নিত্যর কেন্দ্রের দিকে আকর্ষণ করে, তাহাকে মাধ্যাকর্ষণ বলে। মাধ্যাকর্ষণ গুণেই পদার্থসকল অবলম্বনহীন হইলেই পৃথিবীর অর্থাৎ উহার কেন্দ্রের দিকে গড়ে। মাধ্যাকর্ষণ পাদার্থিক আকর্ষণের অন্তর্ভুক্ত, সুতরাং পাদার্থিক আকর্ষণের নিয়মও তাহা, মাধ্যাকর্ষণের নিয়মও তাহাই। পৃথিবীর কোন পদার্থ অপর পদার্থ অপেক্ষা দুই কি তিন গুণ সামান্য বিগিষ্ট হইলে পৃথিবী সেই পদার্থকে দুই কি তিন গুণ বলে আকর্ষণ করিবে; অর্থাৎ প্রথম পদার্থ দ্বিতীয় পদার্থ অপেক্ষা দুই কি তিন গুণ অধিক ভারী

হইবে। কারণ, মাধ্যাকর্ষণ হইতেই পদার্থের ভার উৎপন্ন হয়। মাধ্যাকর্ষণ যতটুকু বলে কোন পদার্থকে নিম্নে টানিতে থাকে ঠিক ততটুকু বল মাধ্যাকর্ষণের বিরুদ্ধে প্রয়োগ করিতে পারিলে, পদার্থটিকে উর্দ্ধে ধরিয়া রাখা যাইতে পারে। যে পদার্থকে মাধ্যাকর্ষণ এক সের বলে টানিতেছে, তুল্যদণ্ডে ঠিক এক সের বাটখারা দিয়াই তাহাকে তোল করিতে হয়। ঐ পদার্থের ভার এক সের। অতএব কোন পদার্থের প্রতি মাধ্যাকর্ষণের বল যত, তাহা প্রতিরোধ করিতে যত বল আবশ্যক হয়, তাহাই ঐ পদার্থের ভার।

পাদার্থিক আকর্ষণের তৃতীয় নিয়মানুসারে পৃথিবীর কেন্দ্র হইতে যে পদার্থ যত অধিক দূর, তাহার প্রতি মাধ্যাকর্ষণের বল তত অল্প। সুতরাং তাহার ভারও সেই পরিমাণে অল্প হয়। সকলেই জানে যে, পৃথিবীর পৃষ্ঠদেশ পূর্ণ গোলাকার নহে, নিরক্ষ-দেশ কিঞ্চিৎ ক্ষীত ও মেরু-প্রদেশ কিছু চাপা। সুতরাং নিরক্ষ-দেশস্থ পদার্থ পৃথিবীর কেন্দ্র হইতে যতদূর, মেরু-প্রদেশস্থ পদার্থ তদপেক্ষা অল্পদূর। অতএব নিরক্ষ-প্রদেশে কোন পদার্থের যত ভার হইবে, মেরু-প্রদেশে সেই পদার্থের ভার তদপেক্ষা অধিক হইবে। এই ভার-তম্যের আরও একটি কারণ আছে। মেরু-প্রদেশ অপেক্ষা নিরক্ষ প্রদেশে কেন্দ্রাপসারক বলের কার্য অধিক প্রবল। এই কেন্দ্রাপসারক বল মাধ্যাকর্ষণের বিরুদ্ধে কার্য্য করিয়া নিরক্ষ প্রদেশে পদার্থের ভার কমাইয়া দেয়।

পৃথিবীর কেন্দ্র হইতে পৃষ্ঠদেশ প্রায় ৪,০০০ মাইল দূর।
এত দূরে পদার্থ সকল পৃথিবীর কেন্দ্রের পক্ষে সমান দূরবর্তী,
সুতরাং কেবল সামগ্রীপরিমাণের তারতম্যেই পদার্থের ভারের
তারতম্য হয়।

যে বস্তু অধিক ভারী তাহা যে শীঘ্র পড়িবে, এমন নহে।
পৃথিবীর পৃষ্ঠদেশস্থ পদার্থ সকল পরস্পরের তুলনায় ক্ষুদ্র ও
বৃহৎ বটে, কিন্তু সমগ্র পৃথিবীর সামগ্রীপরিমাণের তুলনায়
ঐ সমস্ত পদার্থের তারতম্য বড় অধিক থাকে না, প্রায়
সমান হয়। সুতরাং পৃথিবী যে বলে ঐ সকল পদার্থের
প্রত্যেকটিকে টানে, তাহা পৃথিবীর সমগ্র সামগ্রীপরিমাণের
তুলনায় প্রায় সমান। এই জন্ত, বাধা না থাকিলে,
গুরু লঘু সকল দ্রব্যই কোন স্থান হইতে এক কালে
নিষ্কিপ্ত হইলে, ঠিক একই সময়ে পৃথিবীর উপর
পড়িবে। সোলা ও লৌহ ঠিক একই সময়ে পড়িত, কিন্তু
বায়ুর বাধা পাইয়া সোলা শীঘ্র পড়িতে পারে না।

মাধ্যাকর্ষণ ও তার এতদ্ভয়ে একটু প্রভেদ আছে, তাহা
স্মরণ রাখা আবশ্যক। বস্তু সকল পৃথিবীর দিকে পতিত
হয়, এই পতনের কারণ মাধ্যাকর্ষণ; কিন্তু বস্তু সকল
পৃথিবীর দিকে পতিত হয় বলিয়াই উহাদের ভার
রূপ ধর্ম উৎপন্ন হইয়াছে।

৩৫। মাধ্যাকর্ষণ না থাকিলে কি ক্ষতি হইত?

—মনে কর, মাধ্যাকর্ষণ বলিয়া কোন বল নাই; পৃথিবী কোন
পদার্থকে টানে না। বাস্তবিক, যখন আমরা পাহাড়ের ছায়

কোন উচ্চ স্থানে উঠিতে যাই, তখন বড়ই ইচ্ছা হয় যে, মাধ্যাকর্ষণ না থাকে এবং নামিবার সময় যেমন অনায়াসে নামিতে পারি, উঠিবার সময়ে সেইরূপ অক্লেশে উঠিতে পারি। মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবেই বস্তুর ভার উৎপন্ন হয়; মাধ্যাকর্ষণ না থাকিলে আমাদের শরীরের ভার থাকিবে না, সুতরাং আমরা অনায়াসেই পাহাড়ের উপর উঠিতে পারিব, কোন শ্রমবোধ হইবে না। মাধ্যাকর্ষণ না থাকিলে পাহাড়ে উঠিতে সুবিধা হয় বটে, কিন্তু যদি আমরা বায়ুতে লক্ষ প্রদান করি, তাহা হইলে সেই স্থানেই থাকিতে হইবে; এমন কি, এই পৃথিবী ছাড়িয়া আকাশে চলিয়া যাইতে পারি। মাধ্যাকর্ষণ না থাকিলে ঘরের দ্রব্যাদি কতকগুলি মেজেতে থাকিবে, কতকগুলি ছাদের নিম্নের গায় কুলিবে, কতকগুলি ঘরের ভিতর আকাশে ভাসিয়া বেড়াইবে। আবার, চন্দ্র আনাদিগকে ছাড়িয়া কোথায় চলিয়া যাইবে; পৃথিবী ও সূর্য্যের সহিত মাধ্যাকর্ষণে আবদ্ধ না থাকাতে কোথায় কোন দিকে চলিয়া যাইবে।

৩৬। **ভারকেন্দ্র**—পৃথিবী কোন পদার্থকে টানিতেছে বলিলে ইহাই বুঝায় যে, পৃথিবী উক্ত পদার্থের প্রত্যেক অণুকে নিজের কেন্দ্রের দিকে টানিতেছে। কেন্দ্র অত্যন্ত দূরবর্তী বলিয়া ঐ সকল অণুর প্রতি পৃথিবীর আকর্ষণ পরস্পর সমান্তরাল ভাবে হইতেছে বলিয়া ভাবা যাইতে পারে। এই সকল সমান্তরাল বলের সংজ্ঞাত বলই, উক্ত অণু সকলের মিলনে গঠিত পদার্থটির ভার। ঐ সংজ্ঞাত-বল যে বিন্দুতে কার্য্য করিবে, তাহাই উক্ত পদার্থটির **ভারকেন্দ্র**। যেমন কতকগুলি সমান্তরাল বল একত্র যোগে কার্য্য করিলে তাহাদের সংজ্ঞাত-

বল একটি মাত্র এবং কেন্দ্রও একটি মাত্র হয়, তেমনই প্রত্যেক পদার্থের ভার একটি মাত্র বল এবং ভারকেন্দ্রও একটি মাত্র বিন্দু হইবে। ভারকেন্দ্র-স্থলে ভারের সমতুল্য একটি বল বিপরীত দিকে হইতে প্রযুক্ত হইলে পদার্থ কখনই নিম্নে পড়িবে না, সাম্যাবস্থায় থাকিবে। সুতরাং ভারকেন্দ্র অবলম্বন পাইলে সমগ্র পদার্থটি স্থির থাকিবে। প্রত্যেক পদার্থেই এমন একটি বিন্দু আছে, যাহাতে ঐ পদার্থের সমগ্র ভার নিম্ন দিকে কার্য্য করে; এই বিন্দু অবলম্বনহীন হইলে মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে পদার্থটি পৃথিবীর দিকে পড়িয়া যায়, কিন্তু এই বিন্দুটি অবলম্বন পাইলে মাধ্যাকর্ষণ বাধা পায় এবং পদার্থটি পড়িতে পারে না—প্রত্যেক পদার্থস্থ এইরূপ বিন্দুটিকে উহার ভারকেন্দ্র বলে।

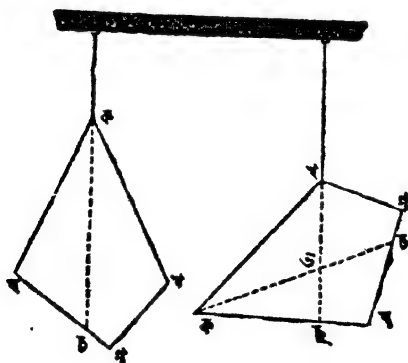
কোন সরল রেখার মধ্যবিন্দুই তাহার ভারকেন্দ্র; বৃত্তাকার পদার্থের কেন্দ্রই তাহার ভারকেন্দ্র; স্তম্ভাকার পদার্থের মেরুদণ্ডের মধ্যবিন্দুই তাহার ভারকেন্দ্র; বর্গ কি আয়তক্ষেত্রের দুইটি কর্ণের মিলন-বিন্দুই তাহার ভারকেন্দ্র। ফাঁপা দ্রব্যের মধ্যবিন্দু উহার মধ্যবর্তী শূণ্যস্থানে অবস্থিত; সুতরাং ফাঁপা দ্রব্যের ভারকেন্দ্র উহার মধ্যবর্তী শূণ্য স্থানে।

কোন বস্তু নিম্নদিকে ভূপৃষ্ঠের উপর যতটুকু পরিমাণ স্থান অধিকার করে, তাহাকেই উহার ভূমি বলে। কোন বস্তুর ভারকেন্দ্র হইতে নিম্নদিকে লম্বরেখা টানিলে যদি উহা ঐ বস্তুর ভূমির ভিতরে পড়ে, তবে বস্তুটি অবলম্বন পাইয়া স্থির থাকে; কিন্তু রেখাটি ভূমির বাহিরে পড়িলে বস্তুটি অবলম্বনহীন হয়,

সুতরাং পড়িয়া যায়। যে বস্তুর ভূমি প্রশস্ত তাহা অধিক পরিমাণে না হেলিলে পড়ে না, আর যে বস্তুর ভূমি অপ্রশস্ত তাহা ক্ষম হেলিলেই পড়িয়া যায়।

ভারকেন্দ্রের ভিতর দিয়া উর্দ্ধ কি নিম্নদিকে লম্ব টানিয়া সেই লম্বরেখার কোন বিন্দুতে অবলম্বন দিলেই ভারকেন্দ্রটি অবলম্বন প্রাপ্ত হয়। এই জন্ত কোন বস্তু ঝুলাইয়া রাখিলে উহার অবলম্বন বিন্দুর ঠিক নিম্নদিকে ভারকেন্দ্র থাকিবে; অথবা কোন বস্তুকে দণ্ডায়মান অবস্থায় রাখিতে হইলে উহার অবলম্বন বিন্দুর ঠিক উর্দ্ধ দিকে ভারকেন্দ্র থাকিবে। বাজিকেরো দড়ির উপর দিয়া যখন চলিয়া যায়, তখন দড়ির ঠিক উর্দ্ধ দিকে শরীরের ভারকেন্দ্র রাখিবার জন্ত হস্তে এক গাছি লম্বা বাঁশ অথবা লাঠি রাখে।

৩৭। ভারকেন্দ্র নিকপণ করিবার বিষয়ে একটি



৪র্থ চিত্র।

পরীক্ষা—একখানি লৌহপাতের চারিটা কোণ ক, খ, গ, ঘ। (৪র্থ চিত্র)। ক কোণে সূতা বাধিয়া লৌহপাতখানি

ঝুলাও। সূতা ও লৌহপাতখানি কি ভাবে অবস্থিত হইবে তাহা ৪র্থ চিত্রে দেখা যাইতেছে। সূতাটি যে রেখাক্রমে অবস্থিত, সেই রেখাটি বর্দ্ধিত করিয়া লৌহপাতের উপর দাগ দাও। এই দাগটি কচ রেখা হইবে। ক কোণ হইতে সূতা খুলিয়া ঐ কোণে বাঁধিয়া ঝুলাও। পূর্ববৎ দাগ দিলে, এবারে খছ রেখা উৎপন্ন হইবে। কচ ও খছ পরস্পর ত বিন্দুতে ছেদ করিতেছে। গ ও ঘ কোণে ঝুলাইলেও যে রেখাগুলি উৎপন্ন হইবে, সেগুলিও এই ত বিন্দুর মধ্য দিয়া যাইবে। আবার দেখ, ক, খ, গ, ঘ, যে কোন বিন্দু হইতে লৌহপাতখানি ঝুলাও না, ত বিন্দুটি সেই বিন্দুর নিম্নদিকে ঠিক লম্বরেখাক্রমে থাকিবে। লৌহপাতখানি এক পার্শ্বে টানিয়া দিলে আবার পূর্ববৎ অবস্থিত হইবে। এই ত বিন্দুটি কিরূপ বিন্দু? এই ত বিন্দুতে সূতা বাঁধিয়া লৌহপাতখানি ঝুলাও। উহা এমন ভাবে ঝুলিবে, যেন উহার সমস্ত ভার ঐ ত বিন্দুতে একত্র হইয়া ঝুলিতেছে। এই ত বিন্দুকেই আমরা লৌহপাতখানির ভারকেন্দ্র বলিয়া থাকি। যে বিন্দু হইতেই লৌহপাতখানি ঝুলাও, ত বিন্দুটি সেই বিন্দুর নিম্নদিকে ঠিক লম্বভাবে থাকিবেই থাকিবে, কোনও মতে অগ্রথা হইবে না।

৩৮। সাম্যভাব তিন প্রকার—পদার্থের সাম্যভাব তিন প্রকার—স্থায়ী, অস্থায়ী ও উদাসীন। যে অবস্থাতে কোন বস্তুর সাম্যভাব সহজে নষ্ট হয় না, বরং বস্তুটি কিঞ্চিৎ সঞ্চালিত হইলেও পুনর্বার পূর্বাৱস্থা প্রাপ্ত হয়, তাহাকে স্থায়ী সাম্যভাব বলে। যে অবস্থাতে অল্প সঞ্চালিত হইলেই সাম্যভাব নষ্ট হয়, তাহাকে অস্থায়ী সা-

হাতে বস্তুটী নূতন নূতন ভাবে অবস্থিত হইলেও, সাম্যভাব লাভ করিতে পারে, তাহাকে উদাসীন সাম্যভাব বলে।

মোচার অগ্র ভাগ কাটিয়া লইয়া, তিন প্রকার সাম্যভাব পরিষ্কার রূপে বুঝা যাইতে পারে। উহার কাটা দিক সমতল ভূমির উপর রাখিলে স্থায়ী সাম্যভাব হয়, কারণ এ অবস্থায় অন্ন হেলাইলে উহা পূর্নাবস্থা প্রাপ্ত হয়। উহার সূক্ষ্ম ভাগ ভূমিতে রাখিলে অস্থায়ী সাম্যভাব হয়, কারণ এ অবস্থায় ঈষৎ স্পর্শ করিলেই উহা পড়িয়া যায়। উহা ভূমির উপর কাৎ করিয়া রাখিলে, উদাসীন সাম্যভাব হয়, কারণ এ অবস্থায় উহাকে একটু ঠেলিলেই অল্প স্থানে গড়াইয়া যায় বটে, কিন্তু যেখানে ষাউক, সাম্যাবস্থা লাভ করিবেই।

৩৯। তুলাদণ্ড—১২শ চিত্রে যে তুলাদণ্ডটী দেখিতেছ, উহার ভারকেন্দ্র আছে। ছই খানি পাল্লাতে সমান সমান বাটখারা দিলে, যে মণির উপর তুলাদণ্ডটী স্থাপিত, সেই মণির ঠিক নিম্নেই তুলাদণ্ডের ভারকেন্দ্রটী পড়িবে। দণ্ডটী নাড়িয়া দিলেও অবশেষে পূর্ববৎ অবস্থিত হইবে, এবং কাঁটাটী ঠিক মধ্যস্থলে থাকিবে। কোন পদার্থ মাপিবার সময় একটা পাল্লায় পদার্থটী দিয়া অপর পাল্লায় বাটখারা দিতে হয়। যখন কাঁটাটী ঠিক মধ্যবিন্দুতে থাকে, তখন আমরা অবশ্যই বুঝিব যে, এক দিকের বাটখারার ভার অপর দিকের পদার্থের ভারের সমান হইয়াছে। যদি বাটখারা কম হয়; তাহা হইলে পদার্থটীর ভার অধিক হওয়াতে দণ্ডটী সেই দিকে ঝুঁকিয়া পড়িবে। আর যদি বাটখারার ভার অধিক হয়, তাহা হইলে দণ্ডটী বাটখারার দিকে ঝুঁকিয়া পড়িবে।

মনে কর, একটি পাল্লাতে একখণ্ড ধাতু রাখিয়া অপর পাল্লাতে একটি ছটাক দিলাম ; এবং যে পাল্লাতে ধাতুখণ্ড দিয়াছি, তাহা নামিয়া পড়িল । ইহাতে অবশ্যই বুঝিতে হইবে যে, ধাতুখণ্ড এক ছটাক অপেক্ষা ভারী । বাটখারার দিকে তিন ছটাক দিলে দেখা গেল যে, বাটখারার পাল্লা নামিয়া পড়িল । সুতরাং ধাতুখণ্ড তিন ছটাক অপেক্ষা কম ভারী । তবে অবশ্যই ধাতুখণ্ডের ভার এক ছটাক ও তিন ছটাকের মধ্যে । বাটখারার দিকে দুই ছটাক দিয়া দেখা গেল, কাঁটাটী ঠিক মধ্যবিন্দুতে দাঁড়াইয়াছে এবং দু'টী ঠিক সমতল হইয়াছে । তাহা হইলে ধাতুখণ্ডের ভার ঠিক দুই ছটাক ।

৪০। পতনশীল বস্তুর পড়িবার নিয়ম—যেখানে কোন বাধা নাই, এমন শূন্য স্থানে কোন বস্তু পড়িলে, তাহার পতন নিম্নলিখিত তিনটি নিয়মের অধীন হয় :—

১ম। শূন্য স্থানে সকল পদার্থই সমান বেগে পড়ে ।

২য়। পড়িতে ষত সময় (সেকেন্ড হিসাবে) লাগে, তাহার বর্গের অনুপাতেই পতনের দূরত্ব নিক্রপিত হয় । মনে কর, যদি কোন বস্তু এক সেকেন্ডে ১৬ ফুট পড়ে, তবে দুই সেকেন্ডে ৬৪ ফুট, অর্থাৎ চারিগুণ অধিক দূর পড়িবে ; তিন সেকেন্ডে ১৪৪ ফুট, অর্থাৎ নয়গুণ অধিক দূর পড়িবে ।

৩য়। পড়িতে ষত সময় (সেকেন্ড হিসাবে) লাগে, তাহারই অনুপাতে পতনশীল বস্তুর বেগ

বৃদ্ধি হয়। মনে কর, কোন পতনশীল বস্তুর বেগ এক সেকেন্ডের শেষে ৩২ ফুট, তাহা হইলে দুই সেকেন্ডের শেষে উহার বেগ ৬৪ ফুট, তিন সেকেন্ডের শেষে ৯৬ ফুট হইবে।

পঞ্চম পরিচ্ছেদ

আণবিক আকর্ষণ

৪১। আণবিক আকর্ষণ মূলতঃ কয় প্রকার?—মূলতঃ আণবিক আকর্ষণ দুই প্রকার—সংহতি ও রাসায়নিক সংসক্তি।

৪২। সংহতি কাহাকে বলে?—একগাছি দড়ি অথবা তার লইয়া ছিঁড়িতে চেষ্টা কর; দেখিবে, উহা এমন একটা বল প্রয়োগ করিতেছে, যাহাতে তোমাকে সহসা ছিঁড়িতে দিতেছে না; যখন তোমার বল এই বল অপেক্ষা অধিক হয়, তখনই উহা ছিঁড়ে। প্রত্যুত, ঐ দড়ি অথবা তারের বিভিন্ন অংশগুলি একটা বল দ্বারা এমন দৃঢ়রূপে আবদ্ধ রহিয়াছে যে, সে অংশগুলি সহসা বিচ্ছিন্ন হয় না। কাষ্ঠ, প্রস্তর, ধাতু প্রভৃতি সমুদয় কঠিন পদার্থের অংশগুলি এই প্রকার দৃঢ়রূপে আবদ্ধ। কঠিন পদার্থকে খণ্ড খণ্ড করা, কি বাঁকান, কি গুঁড়া করা, কি তাহার আকৃতি পরিবর্তন করা নিতান্ত সহজ নয়। যে বলে পদার্থের বিভিন্ন অংশগুলি আবদ্ধ থাকে, তাহাকেই সংহতি বলে।

৪৩। সংহতি কর প্রকার ?—সংহতি দুই প্রকার—
সম সংহতি ও বিষম সংহতি । এক জাতীর অগুর মধ্যে
যে যোগাকর্ষণ, তাহাকে সম সংহতি এবং ভিন্ন ভিন্ন জাতীর
অগুর মধ্যে যে যোগাকর্ষণ, তাহাকে বিষম সংহতি বলে ।
জল জলের সহিত মিশে, পারদ পারদের সহিত মিশে, সীস
সীসের সহিত ও কৰ্ক কৰ্কের সহিত সহজে জুড়িয়া যায়, ইহা
সম সংহতির ফল । কাগজের উপর পেন্সিলে লিখিলে কিংবা
বোর্ডের উপর খড়িতে লিখিলে দাগ পড়ে ; জলে হাত ডুবাইয়া
তুলিয়া লইলে হাতে জল লাগিয়া থাকে ; খড়ি জলে ডুবাইলে
খড়ি হইতে ব্দব্দনাকারে বায়ু বাহির হইতে থাকে ; ছন্ধের সহিত
জল মিশে, এ সমস্তই বিষমসংহতির কার্য্য ।

কৈশিকতা এবং অন্তর্কর্ষ ও বহির্কর্ষ সংহতির কার্য্য মাত্র।

৪৪। কৈশিকতা কাহাকে বলে?—অতি সূক্ষ্ম ছিদ্ৰ-
বিশিষ্ট একটা কাচনল জলে কিয়দংশ ডুবাইলে নলের ভিতর
এবং বাহিরের গাত্রে জলের উপরিভাগ হইতে কিঞ্চিৎ উচ্চ
পর্যন্ত জল উঠে। বিষমসংহতির গুণে কাচের অণু জলের
অণুকে আকর্ষণ করে, আবার সমসংহতির গুণে কাচের দিকে
আকৃষ্ট জলাণু নিকটবর্তী অপর জলাণুকে আকর্ষণ করে। ইহা-
তেই জলের উপরিভাগ হইতে কিঞ্চিৎ উচ্চ পর্যন্ত জল উন্নত
হয়। ইহাকে কৈশিকোন্নতি কহে। উক্ত কাচনলটা পারদে
কিয়দংশ ডুবাইলে নলের ভিতরে পারদ উঠে না উঠিয়া বরং
কিঞ্চিৎ নামিয়া পড়ে। ইহাকে কৈশিকাবনতি বলে। এহলে
কাচের সহিত পারদের বিষমসংহতির অভাব বলিয়া, সমসংহতির

ওণে পারদের অণু নিকটবর্তী পারমাণুকে আকর্ষণ করিয়া কাচের গাছ হইতে দূরে লইয়া যাইতে চায়; তাহাতেই নলের গাত্ৰের নিকট পারদ কিঞ্চিৎ অবনত ও মধ্যস্থলে কিঞ্চিৎ ক্ষীত বোধ হয়। কেশসদৃশ অতি সূক্ষ্ম নলেই এই রূপ উন্নতি ও অবনতি লক্ষিত হয় বলিয়া ইহার নাম কৈশিকতা হইয়াছে।

৪৫। কৈশিকতা সম্বন্ধে নিয়ম—কৈশিকতার দুইটি প্রধান নিয়ম।

১ম। অতি সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম ছিদ্রবিশিষ্ট কোন কঠিন দ্রব্য যে দ্রব পদার্থে ডুবাইলে ভিজিয়া উঠে, সেই দ্রব পদার্থের সহিত উক্ত কঠিন দ্রব্যের সংস্পর্শ হইলেই কৈশিকোন্নতি ঘটে। আর যদি ঐ দ্রব পদার্থ উক্ত কঠিন দ্রব্যকে ভিজাইতে না পারে, তাহা হইলে উহাদের সংস্পর্শে কৈশিকাবনতি ঘটে। নলের ছিদ্র যত সূক্ষ্ম হইবে, কৈশিকোন্নতি তত অধিক হইবে। এক কেশ পরিমিত ছিদ্রবিশিষ্ট নলে জল যতদূর উঠিবে, অর্দ্ধ কেশ পরিমিত ছিদ্র বিশিষ্ট নলে তাহার দ্বিগুণ উঠিবে।

২য়। দ্রব পদার্থের প্রকৃতি অনুসারে কৈশিকোন্নতির তারতম্য হয় এবং তাপ সহকারে উন্নতি বাড়ে। দাগ দেওয়া কোন কৈশিক কাচনলে জল ৩০ দাগ উঠিলে, টার্পিন ১৩ দাগ এবং সুরাসার ১২ দাগ মাত্র উঠিবে।

৪৬। কৈশিকতার কয়েকটি দৃষ্টান্ত—মাটি হইতে কৈশিক-শরীরে রস উঠে ; সলিতা দিয়া তৈল উঠে ; নদীতে পূর্ণ জোয়ার হইলে যত দূর জল উঠে, তদপেক্ষাও কিঞ্চিদূর পর্যন্ত মাটি ভিজিয়া যায় ; এক ডালা চিনি জলের উপর ঠেকাইয়া ধরিলে সমস্ত চিনিটুকু ভিজিয়া উঠে ; কালীর উপর বুটিং কাগজ ধরিলে, কাগজ কালীকে চুষিয়া লয় ; এ সমস্তই কৈশিকতার কার্য্য। দ্রব পদার্থের শোষণ কৈশিকতাতেই হয়।

একটি কঠিন পদার্থে কোন দ্রব পদার্থ শোষিত হইলে উহার আয়তন বৃদ্ধি পায়। তাপ দ্বারা ঐ দ্রব পদার্থ বিতাড়িত হইলে কঠিন পদার্থটি সঙ্কুচিত হয়। এই জগত ঘরের দরজা, কপাট, খুঁটী প্রভৃতি শুকাইবার সময় ফাটিতে থাকে, মধ্যে মধ্যে ফাটিবার শব্দ শুনা যায়।

নূতন কাপড় কি দড়ি জলে ভিজিলে প্রসারিত না হইয়া সঙ্কুচিত হয়। ইহার কারণ আর কিছুই নহে। যখন সূত্র-গুলি ভিজিয়া ফুলিয়া উঠে, তখন দড়ি ও কাপড় প্রকৃত পক্ষে বাড়িয়া যায় ; কিন্তু পাকান সূত্রগুলি ফুলিয়া উঠিলে আরও পাক বৃদ্ধি পায়। সুতরাং দড়ি ও কাপড় সঙ্কুচিত হইয়া পড়ে।

৪৭। অন্তর্স্বাহ ও বহির্স্বাহ কাহাকে বলে ?—
যে যে পদার্থের মধ্যে পরস্পর বিষমসংহতি আছে, এমন দুই দ্রব পদার্থের কোনটি একটি পাত্রে পুরিয়া তাহার মুখ সূক্ষ্ম চর্ম্ম দ্বারা আবৃত কর। অপর দ্রব পদার্থটি অপর একটি পাত্রে পুরিয়া, প্রথম পাত্রটি

দ্বিতীয় পাত্রে ভিতর ডুবাইয়া রাখিলে, চন্দ্রের ভিতর দিয়া একটি প্রবাহ বাহির হইতে ভিতরে এবং অপর একটি প্রবাহ ভিতর হইতে বাহিরে যাইতে থাকে। ইহাকে অন্তর্বাহ ও বহির্বাহ বলে।

৪৮। মাধ্যাকর্ষণ ও সংহতিতে প্রভেদ কি?—

যে বলে পৃথিবী সমস্ত পদার্থকে নিজের দিকে টানে, তাহাকেই মাধ্যাকর্ষণ বলে; ইহা অনেক দূর পর্য্যন্ত কার্য্য করিতে পারে। চন্দ্র পৃথিবী হইতে দুই লক্ষ চত্ব্বিশ হাজার মাইল দূরে রহিয়াছে, তথাপি মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে পৃথিবী চন্দ্রকে টানিতেছে। আবার, যে বলে পদার্থের বিভিন্ন অংশগুলি নিকটবর্তী থাকিলে সম্মিলিত হয়, তাহাকেই সংহতি বলে। অংশগুলি পূর্ব নিকটবর্তী না হইলে এই বলের কার্য্য হয় না। এই কারণেই কোন বস্তুকে ভাঙ্গিলে অথবা গুঁড়া করিলে, অংশগুলি পুনরায় সহসা মিলিত হয় না।

৪৯। সংহতি না থাকিলে কি ক্ষতি হইত?—

মনে কর, সংহতি বলিয়া কোন বল নাই। এই বল না থাকিলে কঠিন পদার্থের অণুগুলি পরস্পরকে আকর্ষণ করিবে না, সুতরাং পদার্থগুলি গুঁড়া হইয়া যাইবে। আমাদের তক্তাপোস, বিছানা প্রভৃতি কিছুই থাকিবে না; ঘরের ইট থাকিবে না, সুতরাং ঘরই হইবে না; এমন কি আমাদের নিজের শরীরই থাকিবে না। প্রত্যুত, জগতের সমস্ত পদার্থ এক বৃহৎ ধূলারানিতে পরিণত হইবে।

৫০। রাসায়নিক সংসক্তি কাহাকে বলে?—

অক্সিজেন ও (Oxygen—অক্সিজেন) অক্সিজেন গ্যাস পরস্পরের সহিত মিলিত হইয়া (Carbonic acid gas—কার্বনিক এসিড গ্যাস) দ্ব্যাকারক গ্যাস উৎপন্ন করে। পৃথিবী যেমন প্রত্যেক-খণ্ডকে আকর্ষণ করে, অক্সিজেন ও অক্সিজেন গ্যাসও সেইরূপ পরস্পরকে আকর্ষণ করে। এই আকর্ষণের বলেই উহারা পরস্পর মিলিত হয়। এই মিলনে যে পদার্থটি উৎপন্ন হয়, সেটি মিলিত পদার্থের হইতে সম্পূর্ণ ভিন্নধর্মীক্রান্ত। যে ধর্মের গুণে ভিন্ন ভিন্ন মূল পদার্থ সংযুক্ত হইয়া যৌগিক পদার্থ প্রস্তুত করে এবং যৌগিক পদার্থ সকল মূল পদার্থ গুলিকে সহজে বিশ্লিষ্ট হইতে দেয় না, তাহাকে রাসায়নিক সংসক্তি কহে। রাসায়নিক সংসক্তিক্রমে কয়েকটি মূল পদার্থ সংযুক্ত হইলে, যৌগিক পদার্থটির ধর্ম মূল পদার্থ-গুলির ধর্ম হইতে বিভিন্ন হয়। রাসায়নিক সংসক্তির বিশেষ লক্ষণ এই যে, সম্পূর্ণ পৃথক ধর্মীক্রান্ত পদার্থই চেষ্টাতে আকৃষ্ট হয়। মানবাকর্ষণ ও সংহতি সমজাতীয় ও বিষমজাতীয় সকল পদার্থেই কাণ্ড করে, কিন্তু রাসায়নিক সংসক্তি কেবল বিষমজাতীয় পদার্থেই কার্য্য করে।

৫১। রাসায়নিক সংসক্তি না থাকিলে কি ক্ষতি হইত?—মনে কর, রাসায়নিক সংসক্তি বসিয়া কোন বল নাই। তাহা হইলে প্রথমতঃ অগ্নি জ্বলিবে না, কারণ কাঠের

অক্সিজেন বায়ুর অন্তর্গত অক্সিজেন গ্যাসের সহিত রাসায়নিক সম্বন্ধে মিলিত হইতে চাহিবে না। দ্বিতীয়তঃ স্বর্ণ লৌহ প্রভৃতি ধাতু এবং অক্সিজেন প্রভৃতি গ্যাস লইয়া যে সমস্তটী রূঢ় পদার্থ পৃথিবীতে আছে, তাহা ছাড়া একটীও যৌগিক পদার্থ উৎপন্ন হইবে না। পৃথিবীতে নানা পদার্থ থাকিতে দেখিতে কেমন বিচিত্র হইয়াছে, কিন্তু রাসায়নিক সংস্কৃতি না থাকিলে এরূপ নানা পদার্থ প্রস্তুত হইতে পারিবে না, সুতরাং বিচিত্রতাও থাকিবে না। আমাদের শরীর নানা রূঢ় পদার্থের মিলনে যৌগিক পদার্থে নির্মিত, সুতরাং রাসায়নিক সংস্কৃতি না থাকিলে আমরাই এক মুহূর্ত্ত বাঁচিব না।



দ্বিতীয় অধ্যায় ।

কঠিন পদার্থের বিশেষ-ধর্ম ।

৫২। কঠিন পদার্থ কাহাকে বলে?—যে পদার্থের আয়তন ও আকার সর্বদাই একরূপ থাকে, বল দ্বারা নষ্ট না করিলে যাহার আয়তন ও আকার পরিবর্তিত করা যায় না, তাহাই কঠিন পদার্থ।
যেমন—লৌহ, কাষ্ঠ প্রভৃতি ।

কঠিন পদার্থের বিশেষত্ব এই যে, উহা নির্দিষ্ট আয়তন এবং আকার উভয়ই রক্ষা করে ।

যে চিত্রে একই আয়তনের অষ্ট ভিন্ন আকারের দুইটি পাত্র রহিয়াছে । একটি পাত্র জলপূর্ণ করিয়া সেই জল অপর পাত্রে ঢাল ; দেখিবে, দ্বিতীয় পাত্রটিও পূর্ণ হইবে । সুতরাং দুইটি পাত্রের আয়তন অর্থাৎ পরিমাণ সমান, কিন্তু আকার বিভিন্ন,—একটি বোতলের মত, অপরটি কটাহের মত ।

যে চিত্রে আরও দুইটি প্রতিকূপ রহিয়াছে, উহা দুইটি কাষ্ঠও—উভয়েরই আকৃতি একই প্রকার, কিন্তু আয়তন অর্থাৎ পরিমাণ বিভিন্ন ।

আয়তন অথবা পরিমাণ বলিলে কি বুঝায় এবং আকৃতি অথবা আকার বলিলে কি বুঝায়, তাহা এখন বুঝা গেল। বোতল



৫ম চিত্র।

ও কটাহের আয়তন সমান, কিন্তু বোতলটিকে জোর করিয়া কটাহের আকারে পরিণত করিতে পারা যায় না; আবার প্রথম ও দ্বিতীয় কাষ্ঠখণ্ড একই আকারের বটে, কিন্তু বৃহৎ খানিকে পেষণ করিয়া ক্ষুদ্র খানির আয়তনের সমান করিতে পারা যায় না। সুতরাং যে পদার্থ খাঁটি কঠিন, তাহার আকৃতি ও আয়তন পরিবর্তন করা যায় না।

৫৩। কঠিন পদার্থের প্রধান প্রধান ধর্ম কি?—

কঠিন পদার্থের প্রধান ধর্ম এই :—টানসহত্ব, দৃঢ়তা ও কোমলতা, ভঙ্গপ্রবণতা, আঘাতসহত্ব ও তান্তবতা।

৫৪। টানসহত্ব কাকে বলে?—কোন কোন কঠিন পদার্থকে টানিয়া সহজে ছিন্ন করিতে পারা যায় না, এই গুণকে টানসহত্ব বলে। কোন বস্তু কত টানসহ তাহা বুঝিতে হইলে, সেই বস্তুতে গোলাকার অথবা

ত্রিকোণাকার লম্বা দণ্ড প্রস্তুত করিতে হয়। তৎপরে সেই দণ্ডটির নিম্ন দিকে একখানি পাল্লা ঝুলাইয়া তাহাতে ক্রমশঃ বাটখারা দিতে হয়। পাল্লাতে যত ভার দিলে দণ্ডটি ভাঙ্গিয়া যায়, সেই ভার ঐ দণ্ডের টানসহজ গুণের সীমা বলিয়া নিরূপিত হয়। কোন বস্তুর উপর চাপ দিলে সহজে ভাঙ্গিতে পারে, কিন্তু উহাতে ভার ঝুলাইলে তত সহজে ছিন্ন হইবে, এমন নহে। কাচ অল্প চাপেই ভাঙ্গে, কিন্তু অনেক ভার ঝুলাইলেও ছিঁড়ে না। চর্ম, পাট, শণ প্রভৃতি কতকগুলি বস্তু অত্যন্ত টানসহ।

৫৫। দৃঢ়তা ও কোমলতা কাহাকে বলে?—
একটি কঠিন বস্তু দ্বারা অপর একটি কঠিন বস্তুর উপর দাগ পাড়া যাইতে পারে। কোন কোন বস্তুর উপর সহজে দাগ পাড়া যায় না, এই গুণকে দৃঢ়তা বলে। হই বস্তুর মধ্যে একটি অপরটির উপর দাগ পাড়িতে পারে, কিন্তু দ্বিতীয় বস্তুটি প্রথম বস্তুর উপর দাগ পাড়িতে পাবে না; এস্থলে পরস্পর তুলনায় প্রথম বস্তুটি দৃঢ়, দ্বিতীয় বস্তুটি কোমল। দৃঢ়তা ও কোমলতা আপেক্ষিক গুণ। কাঠের উপর লৌহ দাগ দিতে পারে, কিন্তু লৌহের উপর কাঠ দাগ দিতে পারে না; আবার কাগজের উপর কাঠ দাগ দিতে পারে, কিন্তু কাঠের উপর কাগজ দাগ দিতে পারে না। এস্থলে, কাগজ অপেক্ষা কাঠ দৃঢ়, কাঠ অপেক্ষা লৌহ দৃঢ়। আবার অপর দিকে লৌহ অপেক্ষা কাঠ কোমল, কাঠ অপেক্ষা কাগজ কোমল। হীরক সর্বত্র বস্তুর

উপর দাগ দিতে পারে, কিন্তু হীরকের উপর কোন বস্তু দাগ দিতে পারে না, এজন্য হীরক সর্ক্যাপেক্ষা দৃঢ়। গাঢ়তা কি ভারিহের সহিত দৃঢ়তার সম্পর্ক নাই। কাচ অপেক্ষা স্বর্ণ গাঢ় ও ভারী, কিন্তু কাচের তুলনায় স্বর্ণ কোমল।

কতকগুলি ধাতুকে উত্তপ্ত করিয়া হঠাৎ শীতল করিলে চূড় হয়, ক্রমশঃ শীতল করিলে কোমল হয়। ইস্পাত অপেক্ষা কাচ দৃঢ়, কিন্তু উত্তপ্ত ইস্পাতকে সহসা জলে ডুবাইলে কাচ অপেক্ষা দৃঢ় হয় : ক্রমশঃ শীতল করিলে এরূপ হয় না।

৫৬। ভঙ্গপ্রবণতা কাহাকে বলে?—যে বস্তু যত দৃঢ় তাহা তত অল্প আঘাতে ভাঙ্গিয়া যায়, এই গুণকে ভঙ্গপ্রবণতা বলে। কতকগুলি ধাতুকে উত্তপ্ত করিয়া সহসা জলে ডুবাইলে বড় ভঙ্গপ্রবণ হয়।

৫৭। আঘাতসহ্য কাহাকে বলে?—কতকগুলি কঠিন পদার্থকে আঘাত করিলে ভগ্ন না হইয়া পার্শ্বের দিকে বিস্তৃত হইতে থাকে, এই গুণকে আঘাতসহ্য বলে। অধিকাংশ ধাতুই আঘাতসহ্য। তাপ সহকারে ঢুবোর আঘাতসহ্য গুণ বাড়িতে থাকে। কাচ শীতল অবস্থায় অতি অল্প আঘাত সহিতে পারে না, কিন্তু অত্যন্ত উত্তপ্ত হইলে আঘাতসহ্য হয়। শিল্পীরা সকল ধাতুকেই উত্তপ্ত করিয়া পিটিয়া থাকে; কেবল সীসা ও তাম্রকে শীতল অবস্থাতেই পিটিলে উত্তম পাত প্রস্তুত হয়। সীসা, রং, স্বর্ণ, দস্তা, রৌপ্য, তাম্র, প্লাটিনম, লৌহ, ইহার ক্রমান্বয়ে অধিক হইতে অল্পতর আঘাতসহ্য।

৫৮। তান্ববতা কাহাকে বলে?—কতকগুলি কঠিন পদার্থকে টানিয়া তন্তু অর্থাৎ তার প্রস্তুত করা যায়, এই গুণকে তান্ববতা বলে। যাহার পাতলা পাত হয়, তাহারই যে খুব সরু তার হয়, তাহা নহে। রাং ও সীসাতে বেশ পাত হয়, কিন্তু তার হয় না। লৌহে বেশ তার হয়, কিন্তু পাত তেনন হয় না। প্লাটিনম, রৌপ্য, লৌহ, তাম্র, স্বর্ণ, দস্তা, রাং, সীসা, ইহাৰা ক্রমান্বয়ে অধিক হইতে অল্পতর তান্বব।

তৃতীয় অধ্যায়।

দ্রব পদার্থের বিশেষ ধর্ম।

৫৯। দ্রব পদার্থ বিকৃণ?—জলের জায় কোন দ্রব পদার্থ বোতল অথবা অণ্ড কোন পাত্রে রাখিলে এমন ভাবে চাৰিদিকে ছড়াইয়া পড়ে যে, উহার উপরিভাগ সম্পূর্ণ সমতল হয়; কিন্তু উহার পরিমাণ বা আগতনের পরিবর্তন হয় না। তুমি যতই বল প্রয়োগ কর, এক সের জল কিছুতেই আধ সের পাত্রে পূরিতে পারিবে না; এক সের জল এক সেরই থাকিবে। কিন্তু দ্রব পদার্থের আকার অনায়াসেই পরিবর্তিত হইতে পারে। এক সের জল গোলাকার পাত্রে রাখিলে এক সেরই থাকে, কিন্তু গোলাকার দেখায়। সেই জলটুকু চতুষ্কোণ পাত্রে রাখিলে সেই এক সেরই থাকে, অথচ চতুষ্কোণ দেখায়।

৩০। দ্রব পদার্থ প্রায় অনাকৃষ্টনীয়।—জলের ছায় সকল দ্রব পদার্থেরই অণুগুলি সহজেই চারিদিকে নাড়া যায়, কিন্তু উহাকে কিছুতেই ক্ষুদ্রতর আয়তনে আকৃষ্ট করিতে পারা যায় না। এক সের তৃণ কিছুতেই আধ সের কিংবা তিন পোয়া পাত্রে পূরিতে পারা যায় না।

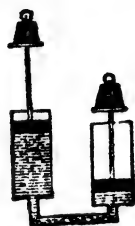
দ্রব পদার্থকে আকৃষ্ট করিতে একবার চেষ্টা করিয়া দেখা যাউক। একটি পিচ্কারীর ভিতর জল পূরিয়া মুখটা বন্ধ করিয়া দাও; অপর দিকে পিচ্কারীর অর্গলটী খুব জোরে ঠেলিতে থাক, অথবা ঐ অর্গলের উপর খুব গুরুভার চাপাইয়া দাও; দেখিবে, অর্গলটী কিছুতেই সরিবে না। সুতরাং পিচ্কারীর অভ্যন্তরস্থ জলকে আকৃষ্ট করা গেল না।

কিন্তু দ্রব পদার্থ আদৌ আকৃষ্ট হয় না, এমন নহে। অত্যন্ত অধিক ভার চাপাইলে নিতান্ত ক্ষীণ আকৃষ্ট হয়। এক ঘন ইঞ্চ জলের উপর ৩৭৫ মণ ভার চাপাইলে দশমাংশ মাত্র আয়তন কমে; ছাড়িয়া দিলে আবার পূর্বের আয়তন হয়।

৩১। দ্রব পদার্থের চাপ সঞ্চালনের নিয়ম।—দ্রব পদার্থের এক অংশে চাপ দিলে সেই চাপ তাহার সকল দিকে সমভাবে সঞ্চালিত হয়। এবং ঐ চাপ যে অংশে কার্য্যকারী হয়, তাহার ঠিক লম্বভাবে চাপের কার্য্য হয় ও চাপের পরিমাণ সেই অংশের ক্ষেত্রফলের সমানুপাতিক হয়। ফ্রান্স-দেশীয় পণ্ডিত পাস্কাঁল এই নিয়মটী আবিষ্কার করেন।

কিন্তু পরিমাণ জল দুই দিকে দুইটা অর্গল দ্বারা আবদ্ধ কর (৬ষ্ঠ চিত্র দেখ)। যদি তুমি একটি অর্গল নিম্নদিকে ঠেল, অপর অর্গলটি উপর দিকে উঠিবে। দুইটা অর্গলের উপর যদি পাঁচ সের করিয়া ভার চাপাও, উভয় অর্গলই সাম্যাবস্থায় থাকিবে, কোনটি নড়িবে না।

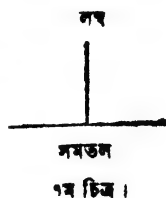
৬ষ্ঠ চিত্রের অর্গল দুইটা লম্বভাবে (১) অবস্থিত। এখন আমরা একটি অর্গল লম্বভাবে ও অপরটি সমতল ভাবে (২) অবস্থিত বলিয়া ভাবিয়া লইয়া, সমতল অর্গলটির উপর পাঁচ সের ভার চাপাই। যদি এখন লম্ব-ভাবে অবস্থিত অর্গলটির উপর পাঁচ



৬ষ্ঠ চিত্র।

সের ভার চাপাও, তাহা হইলে কোন অর্গল সরিবে না, উভয়ে সাম্যাবস্থায় থাকিবে। কিন্তু লম্ব অর্গলটির উপর ছয় সের চাপ দিলে সমতল অর্গলটি সরিয়া যাইবে; অথবা সমতল অর্গলটিতে ছয় সের চাপ দিলে লম্ব অর্গলটি সরিয়া যাইবে। এইরূপে আমরা জলের সাহায্যে লম্ব অর্গলটির উপর পাঁচ সের পরিমাণ

(১) পার্থক্য চিত্র হইতে লম্ব ও সমতল বুঝিয়া লও।



নিম্নাভিমুখ চাপ দিয়া সমস্ত অর্গলটির উপর সমপরিমাণ পার্শ্বাভিমুখ চাপের কার্য্য করিতে পারি। এখন বুঝা গেল যে, জ্বপ পদার্থ সকল দিকেই চাপ সঞ্চালন করে।

এবার দুইটা লব্ধ-অর্গল লও, কিন্তু একটির মুখের ক্ষেত্র-পরিমাণ অপরটির দ্বিগুণ। ক্ষুদ্রতর অর্গলটির উপর পাঁচ সের চাপ দিলে বৃহত্তরটির উপর পাঁচ সের চাপে কুলায় না, দশ সের লাগে। আবার, বৃহত্তর অর্গলটির মুখের ক্ষেত্রপরিমাণ ক্ষুদ্রতরটির অপেক্ষা তিন গুণ হইলে, বৃহত্তরটির উপর পনের সের চাপ আবশ্যক হয়। অতএব, একটা অর্গলের উপর নিম্নাভিমুখ চাপ দিলে অপর অর্গলটিতে উর্দ্ধাভিমুখ চাপ সঞ্চালিত হয়, কেবল তাহা নহে; এই উর্দ্ধাভিমুখ চাপ অর্গলের মুখের ক্ষেত্রপরিমাণের অনুপাতে অগ্নাধিক হয়। ক্ষেত্রপরিমাণ প্রথম অর্গলের দ্বিগুণ হইলে উর্দ্ধাভিমুখ চাপ দ্বিগুণ হয়, ক্ষেত্রপরিমাণ তিন গুণ হইলে, চাপ তিন গুণ হয়।

জলের চাপ উর্দ্ধ দিকে, পার্শ্ব দিকে, এবং নিম্ন দিকে, সকল দিকেই কার্য্য করে, তাহা সহজেই বুঝা যায়। একটা পাত্র জলপূর্ণ কর। জলের উপরিভাগের কিঞ্চিৎ নিম্নেই একটা ছিদ্র করিয়া খুলিয়া দাও। কিয়ৎ পরিমাণ জল এই ছিদ্র দিয়া পড়িয়া যাইবে, কিন্তু তত জোরে পড়িবে না। পাত্রের তলদেশের পার্শ্ব দিকে ঐরূপ একটা ছিদ্র করিয়া খুলিয়া দাও। এবারে উপরের সমস্ত জলের চাপে তলদেশস্থ জল খুব জোরে এই ছিদ্র দিয়া বাহির হইবে। এই ত পার্শ্বাভিমুখ চাপ দেখিলে, এখন উর্দ্ধাভিমুখ চাপ দেখ। একটা বৃহৎ কাচপাত্রে জল ঢাল (৮ম চিত্র দেখ)। একটা ছই মুখ খোলা কাচনলের নিম্ন মুখে

একখানি আল্‌গা চাক্তি বসাইয়া, সূত্র দ্বারা চাক্তিখানি ধরিয়া রাখিয়া, কাচনলটী বৃহৎ পাত্রস্থ জলে ডুবাত। এখন সূত্রটী ছাড়িয়া দিলেও চাক্তিখানি খুলিয়া পড়িবে না। পাত্রস্থ জলের উর্দ্ধাভিমুখ চাপে চাক্তিখানি নলের মুখ আবদ্ধ করিয়া থাকিবে। এখন কিঞ্চিৎ জল নীল রঙে গুলিয়া নলের মধ্যে ঢালিতে থাক। যতক্ষণ নলাস্ত-গত নীল জল বৃহৎ পাত্রস্থ জলের

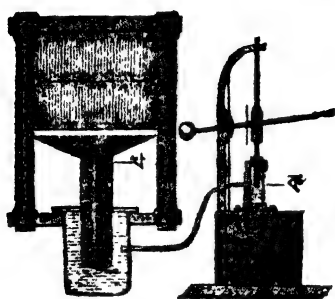


৮ম চিত্র।

প্রায় সমতল না হইবে, ততক্ষণ চাক্তিখানি নলের মুখ হইতে খসিয়া পড়িবে না। যদি চাক্তির কোন ভার না থাকিত, তাহা হইলে বাহিরের জলের ঠিক সমতল পর্য্যন্ত নীল জল ঢালিতে হইত; সুতরাং চাক্তির উপরে নীল জলের নিম্নাভিমুখ চাপ চাক্তির নিম্নে বৃহৎ পাত্রস্থ জলের উর্দ্ধাভিমুখ চাপের সমান হইত।

৬২। বারি-ঘটিত পেষণযন্ত্র।—অর্গলের মুখের ক্ষেত্রপরিমাণের অনুপাতে উর্দ্ধাভিমুখ চাপের অগ্নাধিক্য হয়, এই তত্ত্ব অবলম্বন করিয়া একটী প্রভূত শক্তিশালী পেষণযন্ত্র নির্মিত হইয়াছে। ৯ম চিত্রে উহার প্রতিক্রম দেওয়া হইল। ত্রামা নামক এক জন শিল্পকার এই যন্ত্র সৃষ্টি করিয়াছেন বলিয়া, ইহার নাম ত্রামা প্রেস হইয়াছে। দুই বস্তা পশম পিষিবার জন্য বৃহত্তর অর্গলের উপর স্থাপিত রহিয়াছে। পেষিত হইলে বস্তাগুলি আরতনে স্তম্ভাক্রম করিয়া বাইবে এবং জাহাজে করিয়া

দেশ দেশান্তরে লইয়া যাইবার খুব সুবিধা হইবে। এই যন্ত্রে ক ও খ দুইটা অর্গল রহিয়াছে। খ র ক্ষেত্রপরিমাণ কর



৯ম চিত্র।

অপেক্ষা এক শত গুণ অধিক। খর উপর এক মণ ভার চাপাইলে, খ এক শত মণচাপের বলে উর্দ্ধদিকে টেলিবে; সুতরাং পশমের বস্তা অত্যন্ত জোরে পেষিত হইবে।

৬৩. **দ্রব পদার্থের উপরিভাগ সমতল।**—সহজেই বুঝা যায় যে, জলের উপরিভাগ সমতল হইবে। যদি গড়ানে দাঁত, তাম্বা হইলে ঘর্ষণ বলের অভাব প্রযুক্ত উপরের জল নিম্নদিকে গড়াইয়া পড়িত। যদি একটি ওলন দড়ি জলের উপরিভাগে ঝুলান যায়, তথা হইলে উহা জলের সম্বন্ধে ঠিক লম্বভাবে অবস্থিত হয়।

একটি বিস্তৃত পাত্র সমতল ভাবে রাখিয়া উহাতে তরুর পরিমাণ পারদ ঢাল। ঐ পারদ পাত্রের সমস্ত তলদেশ ঢাকিয়া ফেলিবে। ঐ পাত্রের উপর একটি ওলন দড়ি ঝুলাইলে ওলন দড়ি ও উহার প্রতিবিম্ব একই রেখাক্রমে দেখা যাইবে।

ইহাতে এই বুঝা যাইতেছে যে, ওলন দড়ি পারদের উপরিভাগে ঠিক লম্বভাবে অবস্থিত রহিয়াছে। যদি উহা গড়ানে ভাবে থাকিত, তাহা হইলে ওলন দড়ি ও উহার প্রতিবিম্ব একই রেখাক্রমে অবস্থিত হইত না; দুইটা রেখা বক্রভাবে পরস্পর মিলিত হইয়াছে বলিয়া বোধ হইত।

১০ম চিত্রে একটি জলপূর্ণ পাত্রে তিনটি নল বসান রহিয়াছে। একটি নলের মুখ ক্রম-বিস্তৃত, একটি সরল ও একটি বক্র।



১০ম চিত্র।

তিনটি নলেই জল সমান উচ্চ হইয়া দাঁড়াইয়াছে। সুতরাং সকল নলের জলই একই সমতলে রহিয়াছে; নলের আকৃতিব প্রভেদে কোন ব্যতিক্রম ঘটে নাই।

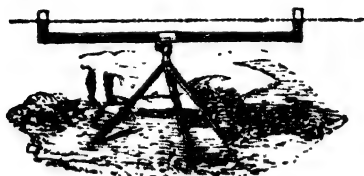
দ্রব পদার্থের উপরিভাগ সমতল বলিলে বিস্তীর্ণ সমুদ্রের পৃষ্ঠদেশ সমতল, এরূপ বুঝিলে চলিবে না। পৃথিবী বর্তুলাকার, সুতরাং সমুদ্রের পৃষ্ঠদেশও বর্তুলাকার, তাহাতে সন্দেহ কি? তবে সমুদ্রের যতটুকু অংশ এককালে আমাদের দৃষ্টিগোচর হয়, ততটুকুই সমতল দেখায়।

কৈশিকতার গুণে হ্রস্ব হ্রস্ব ছিঁদের মধ্যে দ্রব পদার্থ সমতল থাকিতে পারে না, হয় হ্রাস্ব না হয় কুজপৃষ্ঠ হয়।

ফ্রান্স দেশের আর্ভিস প্রদেশে এক প্রকার কূপ খনিত হয়, তাহা হইতে জল উৎসাকারে উঠিতে থাকে। আমাদের দেশে সীতাকুণ্ড প্রভৃতি অনেক উষ্ণ প্রস্রবণ আছে। জলের সমোচ্চতা ধর্ম্মেই এই সকল উৎসের উৎপত্তি। ভূপঞ্জর নানা স্তরে বিভক্ত; তন্মধ্যে বালুকাময় প্রভৃতি কয়েকটি স্তরে জল প্রবেশ করিতে পারে, কৰ্দমময় স্তরে জল প্রবেশ করিতে পারে না। একটী বালুকাময় স্তরের উপরেও নিম্নে কৰ্দমময় স্তর থাকিলে, বালুকাময় স্তরের জল আবদ্ধ হইয়া যায়। এইরূপ দুইটী কৰ্দমময় স্তর কর্তৃক আবদ্ধ হইয়া একটী বালুকাময় স্তর পক্ষতাদির জায় উচ্চ স্থান হইতে ক্রমশঃ উপত্যকা ভূমি পর্য্যন্ত নামিয়া আসিলে, উচ্চ স্থানে স্তরের অনাবৃত অংশে বৃষ্টির জল প্রবিষ্ট হইয়া উপত্যকা ভূমির নিম্নদেশ পর্য্যন্ত নামিয়া আইসে। এই নিম্নদেশে কোন স্বাভাবিক কি কৃত্রিম কূপ ভূপৃষ্ঠ হইতে ঐ বালুকাময় স্তর পর্য্যন্ত যাইলে, বালুকাময় স্তরের জল তাহার প্রবেশের উচ্চ স্থানের সমোচ্চ হইবার জন্য কূপের মধ্য দিয়া প্রবল বেগে উপরে উঠিতে থাকে। ইহাতেই উৎস উৎপন্ন হয়। ভূপৃষ্ঠের যত নিম্ন হইতে জল উঠিলে, ততই তাহা উষ্ণ হইবে।

৬৩। সমতল-নিকপক যন্ত্র।—১১ চিত্রে একটা বক্র কাচনলের দুই দিকে দুইটা বাত রহিয়াছে। কিছু খালি রাখিয়া কাচনলটির ভিতর জল দাও। দ্রব পদার্থের ধর্ম্মানুসারে দুই বাতর জল এক সমতলে থাকিবে। এই সমতল একটা রেখা

দ্বারা প্রকাশিত হইরাছে। আমি যদি এই সমতল রেখার সমান্তরে চকু রাখিয়া সম্মুখে দেখি, তাহা হইলে এই সমান্তরস্থিত সমুদ্রের স্থান একই সমতলে অবস্থিত হইবে। যদি কখন ঐ প্রদেশে বজা আইসে, তাহা হইলে বজার জল এক কালেই এই



১১শ চিত্র।

সমতলকে অধিকার করিয়া ফেলিবে। খাল কাটিতে অথবা বেলওয়ে প্রস্তুত করিতে, স্থানের সমতল নিরূপণ করা নিতান্ত আবশ্যিক। এই জন্ত ইঞ্জিনিয়ারগণ ১১শ চিত্রস্থ যন্ত্রটী সর্বদাই ব্যবহার করেন। তাঁহাদের যন্ত্রে জলের পরিবর্তে (Spirit — স্পিরিট) সূর্যাসার ব্যবহৃত হয়।

৬৫। দ্রব পদার্থের চাপের পরিমাণ কিরূপে নিকষিত হয়?—একটী কলসী জলপূর্ণ কর। তলদেশের নিকট যে জলভাগ, তাহার উপর উপরিভাগের সমস্ত জলের চাপ পড়িতেছে। সুতরাং জলের উপরিভাগ হইতে এক ইঞ্চি নিম্নে যে জলভাগ রহিয়াছে, তাহার উপর যত চাপ, দুই ইঞ্চি নিম্নের জলভাগের উপর তাহার দ্বিগুণ চাপ পড়িতেছে। কলসীটী জলপূর্ণ না করিয়া পারদপূর্ণ করিলেও ঠিক ঐরূপ হইবে, অর্থাৎ এক ইঞ্চি নিম্নের পারদ অপেক্ষা দুই ইঞ্চি নিম্নের পারদের উপর দ্বিগুণ চাপ পড়িবে। কিন্তু পারদ জল অপেক্ষা সাড়ে তের গুণ

ভারী। সুতরাং জলের পাত্রে যত নিম্নে যত চাপ হইবে, পারদের পাত্রে তত নিম্নে তাহার সাড়ে তের গুণ চাপ হইবে। অতএব, দ্রব পদার্থের গভীরতা ও গাঢ়তা অনুসারেই চাপের ক্রাসবৃদ্ধি হয়। কলসীটিতে এক মণ জল দাও কি আধ মণ জল দাও, দশ মণ পারদ দাও কি দুই মণ পারদ দাও, তাহাতে চাপের বিন্দুমাত্র তারতম্য হইবে না। আবার, আধার-পাত্রটি কলসীর ছায় গোলাকার হউক, কি চৌবাচ্চার ন্যায় চতুষ্কোণ হউক, কি ভিন্ন ভিন্ন আকারের টবই হউক, তাহাতেও চাপের তারতম্য হইবে না। সুতরাং দ্রব পদার্থের চাপ উহার পরিমাণ কি আধারপাত্রের আকৃতিসাপেক্ষ নহে।

দ্রব পদার্থের উন্নতি যত অধিক হয়, ও আধারপাত্রের তলদেশ যত প্রশস্ত হয়, তলার উপর চাপও তত অধিক হয়। একটা পিপার মুখে একটা লম্বা নল বসাইয়া পিপা ও নল জলপূর্ণ করিলে পিপার তলা বিদীর্ণ হইয়া যায়। এস্থলে পিপা ও নলের মধ্যে যত পরিমাণ জল ধরিয়াছে, তাহার এক মণ কি আধ মণ ভারেই যে পিপার তলা ভাঙিয়া গেল, তাহা নহে। পিপার তলদেশ হইতে নলের উর্দ্ধমুখ পর্য্যন্ত যত উচ্চ, তত উচ্চ করিয়া জল রাখিলে যত ভার হয়, পিপার তলার উপর সেই ভারের সমান চাপ পড়িয়াছে। তাহাতেই তলা ভাঙিয়া গেল।

গভীরতাতে দ্রব পদার্থের চাপের বৃদ্ধি হয়, ইহা সহজেই পরীক্ষা করা যাইতে পারে। যদি কখন নদীর উপর দিয়া নৌকা করিয়া যাও, তাহা হইলে একটা বোতলের তিন ভাগ

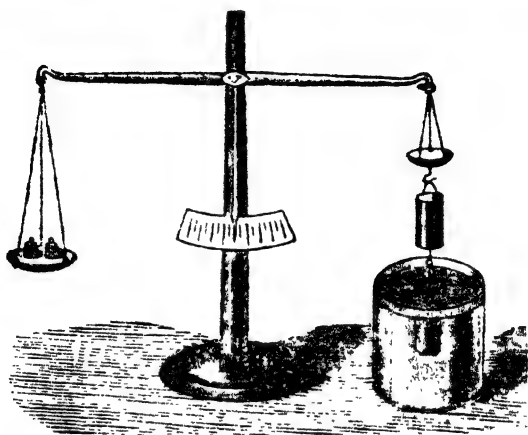
জলপূর্ণ করিয়া, খুব শক্ত করিয়া একটা ছিপি আঁটিয়া, ছিপিতে একটা লম্বা দড়ি বাঁধিয়া বোতলটী জলে ফেলিয়া দিবে। যদি দড়ি খুব লম্বা হয় এবং বোতলটী খুব নিম্নে নামিতে পারে, তাহা হইলে সেই গভীর জলের চাপে ছিপিটী বোতলের ভিতর জোরে প্রবিষ্ট হইবে এবং বোতল জলপূর্ণ হইয়া যাইবে। তখন দড়ি টানিয়া বোতলটী তুলিলে দেখিতে পাইবে, ছিপি বোতলের ভিতর গিয়াছে এবং বোতল খালি নাই, জলপূর্ণ হইয়াছে।

৬৬। আর্কিমিডিসের নিয়ম।—সমরাকিউস নগরবাসী আর্কিমিডিস নামক এক পণ্ডিত খ্রীষ্টীয় শতাব্দীর ২৩০ বৎসর পূর্বে কঠিন পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপণ করিবার একটা উপায় উদ্ভাবন করেন। তাহার নিয়মটী এইঃ—কোন কঠিন বস্তু কোন দ্রব দ্রব্যে নিমগ্ন হইলে তাহার সমায়তন দ্রব দ্রব্য স্থানান্তরিত হয় এবং ঐ স্থানান্তরিত দ্রব দ্রব্যের ভার যত, ঠিক তত ভার ঐ কঠিন বস্তুর ভার হইতে কমিয়া যায়।

পদার্থের স্থানাবরোধকতাদ্বারা জলের মধ্যে অপব পদার্থ মগ্ন হইলে, তাহার অধিকৃত স্থান হইতে জল অবশ্যই সরিয়া যাইবে। যে দ্রব্য জলনিমগ্ন হয় তাহার আয়তন যত, জল মধ্যে তাহার অধিকৃত স্থানের পরিমাণও ঠিক তত; সুতরাং সেই স্থানটুকু হইতে অপসারিত জলভাগেব আয়তন জলনিমগ্ন দ্রব্যের আয়তনের ঠিক সমান।

তুল্যদণ্ডে একটা দ্রব্য ওজন করিয়া এক কাঁচা ভারী হইল। এই দ্রব্যটী দক্ষিণ দিকের পান্নায় ঝুলাইয়া জলের মধ্যে রাখিয়া

ওজন করিলে বোধ হইবে, যেন দ্রব্যটির কোন ভার নাই। এই পাল্লায় এক কাঁচা না দিলে বামের পাল্লার সহিত সমান হইবে



১০শ চিত্র।

না। তবে কি আমরা ভাবিব যে, জলে ওজন করিলে এই দ্রব্যটির সমস্ত ভার লোপ পায়? প্রথমতঃ একটি পাত্রে কিঞ্চিৎ জল দিয়া ওজন করিয়া দেখ। মনে কর, জল সমেত পাত্রটির ভার দুই সেব হইল। এখন এই পাত্রস্থ জলের মধ্যে উপবোক্ত এক কাঁচা ভাবী দ্রব্যটি দিয়া ওজন কর। দেখিবে, অপর পাল্লায় দুই সেরের উপর এক কাঁচা না দিলে উভয় পাল্লা সমান হইবে না। সুতরাং দ্রব্যটির ভার দ্রবোই রহিয়াছে, লোপ পায় নাই। পূর্বে পরীক্ষায় জলের উর্দ্ধাভিমুখ চাপ দ্রব্যটিকে ভাসাইয়া রাখাতে উহার ভার অপসৃত হইয়াছে বলিয়া বোধ হইয়াছিল।

১২শ চিত্রে যে তুলাদণ্ডটি অঙ্কিত রহিয়াছে, উহার দক্ষিণ পাল্লার নিম্নে আটটা দিয়া একটি শূণ্যগর্ত চোঙ্ বুলান হইয়াছে। এই চোঙ্ের নিম্নে একটি বহুং জলাধারের মধ্যে একটি পিত্তল-নির্মিত দণ্ড সমগ্র জলমগ্ন রহিয়াছে। চোঙ্-টী একরূপভাবে গঠিত যে, পিত্তলদণ্ডটি উহার মধ্যে প্রবিষ্ট করিয়া দিলে এক বিন্দু শূণ্য স্থান থাকে না। অর্থাৎ দণ্ডটির যত আয়তন, চোঙ্ের ভিতরেরও ঠিক তত আয়তন। চোঙ্ ও দণ্ড দক্ষিণ পাল্লায় বুলাইয়া বাম পাল্লায় বাটখারা দিয়া ওজন কর; মনে কর, তিন সেব হইল। তাহার পর চোঙ্ের ভিতর হইতে দণ্ডটি বাহির করিয়া চোঙ্ের নিম্নে বুলাইয়া নিম্নস্ত জলপাত্রে ডুবাইয়া দাও। এখন দেখিবে, বাম পাল্লায় বাটখারা না কমাইলে দুই দিক্ সমান হইবে না। সুতরাং বুঝা যাইতেছে যে, পিত্তলদণ্ডটিকে জলের ভিতর রাখিয়া ওজন করিলে উহার ভার অনেক কমিয়া যায়। কতটুকু ভার কমিয়া যায়, তাহা বুঝা আবশ্যক। পিত্তল-দণ্ডের উপরে যে চোঙ্-টী বুলিতেছে, উহাতে জল ঢালিতে থাক; এদিকে বাম পাল্লায় বাটখারা বাড়াইতে থাক। দেখিবে, চোঙ্-টী যখন জলপূর্ণ হইবে, তখন বাম পাল্লায় ঠিক তিন সেব বাটখারা দেওয়া হইয়াছে। যখন চোঙ্ের ভিতর দণ্ডটি প্রবিষ্ট হইয়া উভয় দ্রব্য পাল্লার নিম্নে বায়ুতে বুলিতেছিল, তখনও বাম পাল্লায় ঠিক এই তিন সেব বাটখারা দিতে হইয়াছিল। চোঙ্ ও দণ্ড একত্র তিন সেব ভারী; দণ্ডটিকে সমস্ত জলমগ্ন করিয়া, চোঙ্ের ভিতর দণ্ডের স্থানে জল ঢালিয়া ওজন করিলেও ঠিক তিন সেব ভারী হয়। সুতরাং দণ্ডটি সমস্ত জলমগ্ন হইলে যত ভার কমে, চোঙ্ের ভিতর জল দেওয়াতে ঠিক তত ভার পূরণ

হয়। অর্থাৎ চোঙের অভ্যন্তরস্থ জলের ভার যত, জলমগ্ন দণ্ডটির অপহৃত ভারও তত। চোঙের ভিতরের আয়তন যত, দণ্ডের আয়তনও তত ; সুতরাং চোঙের অভ্যন্তরস্থ জলের আয়তন ও দণ্ডের আয়তন পরস্পর ঠিক সমান। অতএব দণ্ডটি সমস্ত জলমগ্ন করিয়া ওজন করিলে যত ভার কম পড়ে, দণ্ডের আয়তনপরিমাণ জলেরও ঠিক তত ভার। পিস্তলদণ্ডের ত্রায় সমস্ত দ্রব্যই জলমগ্ন করিয়া ওজন করিলে ঠিক এইরূপ হয়। অতএব কোনও দ্রব্য জলমগ্ন করিয়া ওজন করিলে, ঐ দ্রব্যের আয়তনের সমান জলের ভার যত, ঠিক তত ভার কমিয়া যায়।

৬৭। কিরূপ পদার্থ জলে ডুবে, কিরূপ পদার্থ ডুবেওনা তাহা সেওনা, কিরূপ পদার্থ ভাসিয়া উঠে।— পূর্ব পরীক্ষায় পিস্তলদণ্ডটি জলমগ্ন হইলে উহার আয়তনের সমান জলের যত ভার, দণ্ডটির ঠিক সেই পরিমাণ ভার কমিয়া গিয়াছিল। কিয়ৎ পরিমাণ ভার কমিয়া যায় বটে, কিন্তু সমস্ত ভার যায় না। সুতরাং দণ্ডটি নিজের অতিরিক্ত ভারে জলের তলদেশে পড়িয়া যাঠবে। অতএব, যে পদার্থ সম-আয়তন জল অপেক্ষা ভারী, তাহাই ডুবিয়া যায়।

কোন কোন দ্রব্যের ভার সম-আয়তন জলের ভারের সমান ; সুতরাং তাহা জলমগ্ন হইলে সমস্ত ভার অপহৃত হয়। অতএব এইরূপ পদার্থ জলে পড়িলে ডুবেওনা, তাহা সেও না, ভারহীন অবস্থায় জলের মধ্যে এখানে সেখানে ঘুরিয়া বেড়ায়। জলের তলদেশে রাখিলে তলেই থাকে, মধ্যদেশে রাখিলে

মধ্যদেশেই ঘুরিয়া বেড়ায়, উপরে রাখিলে সমস্ত শরীর ডুবাঁইয়া এদিক্ ওদিক্ বেড়ায়।

কিন্তু যে পদার্থ সম-আয়তন জল অপেক্ষা লঘু তাহার কি হইবে? জলমগ্ন হইলে যত ভার অপহৃত হইবে, পদার্থটির ভার তদপেক্ষাও কম। সুতরাং একরূপ পদার্থের কি গতি হইবে? •

কাষ্ঠ সম-আয়তন জল অপেক্ষা লঘু। এক খণ্ড কাষ্ঠ জোর করিয়া জলের তিতর ডুবাঁইয়া দাও। জলের উদ্ভাসনী শক্তি হইতে উৎপন্ন যে উদ্ধাতিমুখ চাপ, তাহা কাষ্ঠখণ্ডের ভার অপেক্ষা অধিক। সুতরাং কাষ্ঠখণ্ড জলের উপরে উঠিয়া ভাসিয়া বেড়াইবে।

এই সকল পরীক্ষা দ্বারা আমরা কি শিখিলাম? প্রথমতঃ, কোন পদার্থ জলে ডুবাঁইলে উহার সম-আয়তন জলের যত ভার, ঠিক তত ভার কমিয়া যায়। দ্বিতীয়তঃ এই কারণে, যে পদার্থ সম-আয়তন জল অপেক্ষা গুরু, তাহা ডুবিয়া যায়; যে পদার্থের ভার সম-আয়তন জলের ঠিক সমান, তাহা ডুবেও-না ভাসেও না; বাহা সম-আয়তন জল অপেক্ষা লঘু, তাহা ভাসিয়া উঠে।

৬৮। আপেক্ষিক গুরুত্ব কাহাকে বলে?— নির্দিষ্ট তাপ ও চাপে সমায়তন বিশুদ্ধ জল ও অপর কোন পদার্থের ভারের তুলনা করিলে, জলের ভার একক ধরিয়া অপর পদার্থটির ভার যে সংখ্যা দ্বারা প্রকাশিত হয়, তাহাই ঐ পদার্থের আপে-

ক্ষিক গুরুত্বের পরিমাণ। দুইটি সমান বাটার একটিকে জলপূর্ণ ও অপরটিকে পারদপূর্ণ করিয়া দেখা গেল, জলের বাটীটি দুই সের ও পারদের বাটীটি সাতাইশ সের ভারী হইয়াছে। এতলে জলের ভার একক ধরিলে পারদের ভার সাড়ে তের গুণ অধিক হয়। তবেই পারদের আপেক্ষিক গুরুত্ব ১৩.৫ হইল।

যেমন কঠিন ও দ্রব পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব জলের তুলনায় নিরূপিত হয়, তেমনই সমস্ত বায়বীয় পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব বায়ুর তুলনায় নিরূপিত হয়।

৬৯। কঠিন পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব।—এক ষণ্ড লৌহ বারিমাপক তুলাদণ্ডে (১২৭ চিত্র) দক্ষিণ পার্শ্বের আঁটার ঝলাইয়া বায়ুতে ওজন করিলে ৫৮.৫ গ্রেণ ভারী হইল। কিন্তু দক্ষিণ পার্শ্বের নিম্নে একটি বৃহৎ পাত্রস্থ চোয়ান বিশুদ্ধ জলে ঐ লৌহপণ্ড ডুবাইয়া ওজন করিলে ৫১.০ গ্রেণ ভারী হইল। আর্কিমিডিসের নিয়মানুসারে ঐ লৌহপণ্ডের সমায়তন জল ৭.৫ গ্রেণ ভারী। ৫৮.৫ কে ৭.৫ দিয়া ভাগ করিলে ৭.৮ ভাগফল হয়। সুতরাং লৌহ সমান আয়তনের বিশুদ্ধ জল অপেক্ষা ৭.৮ গুণ ভারী, অর্থাৎ লৌহের আপেক্ষিক গুরুত্ব ৭.৮। অতএব, কোন বস্তুর ভার-পরিমাণকে সমায়তন বিশুদ্ধ জলের ভার-পরিমাণ দ্বারা ভাগ করিলেই ঐ বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব বাহির হয়।

৭০। দ্রব পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব।—ম্যাটিনস্ বাত্ নির্মিত একটি বর্জুল বারিমাপক তুলাদণ্ডে বায়ুতে ওজন

করিলে ৫১০ গ্রেণ, বিশুদ্ধ জলে ওজন করিলে ৪৮৬ গ্রেণ এবং সুরাসারে ওজন করিলে ৪৮৯ গ্রেণ ভারী হইল। সুতরাং জলে বর্জুলটীর ২৪ গ্রেণ এবং সুরাসারে ২১ গ্রেণ ভার কমিয়া যায়। ইহাতে বুঝা যাইতেছে যে, বর্জুলটীর সমায়তন জল ২৪ গ্রেণ এবং সমায়তন সুরাসার ২১ গ্রেণ ভারী। এস্থলে ২১ কে ২৪ দিয়া ভাগ করিলেই সুরাসারের আপেক্ষিক গুরুত্ব বাহির হইবে। সুতরাং সুরাসারের আপেক্ষিক গুরুত্ব—০.৮৬৬। অতএব, কোন দ্রব পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপণ করিতে হইলে, প্রথমতঃ যে ধাতু ঐ দ্রব পদার্থে এবং জলে গলিয়া যায় না, এমন কোন ধাতু কিয়ৎ পরিমাণ লইয়া বারিমাপক তুলাদণ্ডে একবার বায়ুতে, একবার বিশুদ্ধ জলে ও একবার উক্ত দ্রব পদার্থে ওজন করিয়া সমায়তন জল ও উক্ত দ্রব পদার্থের ভার নিরূপণ করিবে। তৎপরে উক্ত দ্রব পদার্থের ভার-পরিমাণকে বিশুদ্ধ জলের ভারপরিমাণ দ্বারা ভাগ করিলেই, ঐ দ্রব পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপিত হইবে। *এরূপ পরীক্ষায় প্লাটিনম ধাতুই সর্বদা ব্যবহৃত হয়, কারণ প্লাটিনম কোন দ্রব পদার্থে গলে না।

৭১। জল অপেক্ষা লঘুতর দ্রবের আপেক্ষিক গুরুত্ব।—কোন বস্তু বায়ুতে ওজন করিলে ১০০ গ্রেণ ভারী হয়, কিন্তু এক খণ্ড লৌহের সহিত সংযুক্ত করিয়া ওজন করিলে ৬৮৫ গ্রেণ ভারী হয়। আবার, লৌহসংযুক্ত বস্তুটী বিশুদ্ধ জলে ওজন করিলে ৪১০ গ্রেণ ভারী হয়। সুতরাং উত্তর দ্রব

একত্রযোগে জলমগ্ন হইলে ২৭৫ গ্রেণ ভার কমিয়া যায় ; কিন্তু বিস্তৃত লৌহের ৭৫ গ্রেণ মাত্র ভার কমে । অতএব, পরীক্ষাধীন বস্তুটী একাকী জলমগ্ন হইলে ২০০ গ্রেণ ভার কমে ; অর্থাৎ উহার আপেক্ষিক গুরুত্ব $\frac{275}{200} = 1.375$ । সুতরাং জল অপেক্ষা লঘুতর দ্রব্যের আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপণ করিতে হইলে, জলাপেক্ষা কোন ভারী বস্তুর সহিত সংযুক্ত করিয়া উক্ত দ্রব্যকে জলমগ্ন করিয়া ওজন করিতে হয় । তাহাতে উভয় দ্রব্যের একত্র যোগে যত ভার কম পড়ে এবং জলাপেক্ষা ভারী দ্রব্যের নিজ যত ভার কম পড়ে, তাহার বিয়োগফল দ্বারা বায়ু মধ্যে লঘুতর দ্রব্যটির যত ভার হয়, তাহাকে ভাগ করিলেই আপেক্ষিক গুরুত্ব বাহির হয় ।

৭২ । মিশ্র পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব ।—কোন মিশ্র পদার্থের মধ্যে যতগুলি উপাদান মিশ্রিত থাকে, তাহার প্রত্যেকটির আপেক্ষিক গুরুত্বকে স্ব স্ব আয়তন-পরিমাণ দ্বারা গুণ করিয়া সমস্ত গুণফলগুলির সমষ্টিকে উপাদানগুলির আয়তন-সমষ্টি দ্বারা ভাগ করিলেই, মিশ্র পদার্থটির আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপিত হয় । মনে কর, দুইয়ের আপেক্ষিক গুরুত্ব—১.৩ ও জলের—১ ; তাহা হইলে ছয় ভাঁড় খাঁটি হৃৎ এবং দুই ভাঁড় জল মিশাইলে ঐ মিশ্রিত হৃৎয়ের আপেক্ষিক গুরুত্ব $\frac{6 \times 1.375 + 2 \times 1}{6+2} = 1.02$ হইবে ।

৭৩। বারিমাণ যন্ত্র।—উষ্ণাদি দ্রব বস্তুর আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপণ করিবার নিমিত্ত এক প্রকার ক্ষুদ্র যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, তাহাকে বারিমাণ যন্ত্র বলে। খাঁটি ছুন্ধে ছাড়িয়া দিলে ঐ যন্ত্রের গাত্রস্থ (০) শূণ্য দাগ পর্য্যন্ত ডুবে। ছুন্ধে জল থাকিলে যন্ত্রটী শূণ্যের উপর পর্য্যন্ত ডুবে। যত অধিক জল মিশান হয়, মিশ্রিত ছুন্ধের আপেক্ষিক গুরুত্ব ততই কমিতে থাকে, সুতরাং যন্ত্রটীও তত অধিক ডুবে।

৭৪। জল ভিন্ন অন্য দ্রব পদার্থের উদ্ভাসনী শক্তি।—জলের ত্রায় সর্ব প্রকার দ্রব পদার্থেরই উদ্ভাসনী শক্তি আছে, কিন্তু শক্তির পরিমাণ প্রভেদ আছে। সুরাসার অথবা ইথারের ত্রায় অতি লঘু দ্রব পদার্থের উদ্ভাসনী শক্তি অতি অল্প ; কিন্তু পারদের ত্রায় অতি গুরু দ্রব পদার্থের উদ্ভাসনী শক্তি অত্যন্ত অধিক। একটী পাত্রে পারদ ঢালিয়া তাহার উপর এক খণ্ড লৌহ দাও। জলের উপর লৌহ ভাসে না, কিন্তু পারদের উপর অনায়াসে ভাসিবে। তাহার কারণ, লৌহ সম-আয়তন পারদ অপেক্ষা লঘু। কিন্তু স্বর্ণ পারদের উপর ভাসে না, ডুবিয়া যায় ; কারণ, স্বর্ণ সম-আয়তন পারদ অপেক্ষা গুরু। পারদ সম-আয়তন জল অপেক্ষা সাড়ে তের গুণ ভারী, কিন্তু স্বর্ণ উনিশ গুণ ভারী।

লোণা জল বিতৃষ্ণ জল অপেক্ষা ভারী। পালেস্তাইনে যুত সাগর নামে একটী হ্রদ আছে। উহার জল এত লোণা এবং সেই কারণে এত ভারী যে, উহাতে মানুষ, পড়িলে ডুবে না।

আমরা এখন বুঝিলাম যে, কোন দ্রব পদার্থের উপর কোন বস্তু রাখিলে সেই বস্তু ঐ দ্রব পদার্থের যতটুকু অংশ অধিকার করে, ততটুকু অংশের যত ভার, বস্তুটির ভার হইতে তত ভার কমিয়া যায়। ইহার কারণ সহজেই বুঝা যাইতেছে। অধিকৃত অংশে যতটুকু দ্রব পদার্থ ছিল, তাহার ভার নিম্নস্থ অংশের উদ্ধাতিমুখ চাপ দ্বারা সাম্যাবস্থায় ছিল। সেই উদ্ধাতিমুখ চাপ এখনও নিমজ্জিত বস্তুটির প্রতি কার্য্য করিতেছে। সুতরাং ঐ চাপ পূর্বে যে পরিমাণ ভার বহন করিতেছিল, বস্তুটির সেই পরিমাণ ভার এখনও বহন করিবে। ভারের কার্য্য নিম্নদিকে। অতএব উদ্ধাতিমুখ চাপ যে ভারটুকু বহন করিতেছে, সে ভারটুকু আর নিম্নদিকে কার্য্য করিতে পারে না। সুতরাং এই ভারটুকু বস্তুটির সমগ্র ভার হইতে কমিয়া যায়।

চতুর্থ অধ্যায়।

বায়বীয় পদার্থের বিশেষ ধর্ম্ম।

৭৫। বায়বীয় পদার্থ কাহাকে বলে?—আণবিক আকর্ষণের উপর আণবিক বিকর্ষণের পরাক্রম অধিক হইলে, যখন কোন পদার্থের অণু সকল পরস্পর বিচ্ছিন্ন হইতে চায়, তখন সেই পদার্থকে বায়বীয় পদার্থ বলে।

৭৬। দ্রব ও বায়বীয় পদার্থে প্রভেদ কি?—দ্রব পদার্থের উপরিভাগ যেমন সমতল হয়, বায়বীয় পদার্থের সেক্রপ হয় না; যেক্রপ পাত্রে রাখ, সেই পাত্রকে সকল দিকেই পূর্ণ

করিয়া ফেলে। দ্রব পদার্থ নিম্নতই নির্দিষ্ট পরিমাণ স্থান অধিকার করিয়া থাকে বলিয়া তাহার আয়তনের হ্রাস বৃদ্ধি হয় না ; কিন্তু বায়বীয় পদার্থ সেরূপ নহে। যে বায়ু এক সের বোতল পূর্ণ করে, উপযুক্ত পরিমাণ বল প্রয়োগ করিলে, সেই বায়ু আধ সের বোতলে পূরিতে পারা যায়। আরও অধিক বল প্রয়োগ করিলে, আরও অল্প স্থানের মধ্যে পূরিতে পারা যায়।

৭২। দ্রব ও বায়বীয় পদার্থে সাদৃশ্য কি ?—দ্রব ও বায়বীয় উভয় পদার্থেরই অণুগুলি সহজে চলিতে ফিরিতে পারে ; বায়বীয় পদার্থে উহারা সম্পূর্ণ স্বাধীন ভাবে ফিরিতে ঘুরিতে পারে, সংহতি বলের গুণে দ্রব পদার্থে তত স্বাধীন ভাবে পারেনা। দ্রব ও বায়বীয় উভয় পদার্থেরই চাপ-সঞ্চালকতা গুণ আছে। দ্রব পদার্থের চাপ বেরূপ গভীরতা ও গাঢ়তা সাপেক্ষ, বায়বীয় পদার্থেরও সেইরূপ। দ্রব পদার্থে কোন বস্তু ডুবিলে সমায়তন দ্রব পদার্থ স্থানান্তরিত হয়, এবং নিম্ন বস্তুর ভার হইতে ঐ স্থানান্তরিত দ্রব পদার্থের ভারের সমান ভার কম পড়ে ; বায়বীয় পদার্থেও কোন বস্তু ডুবিলে ঠিক ঐরূপ ঘটে। প্রত্যুত, দ্রব ও বায়বীয় পদার্থে এত সাদৃশ্য যে, উভয়কে প্রায় সমজাতীয় মনে করা যাইতে পারে। উহাদের উভয়ের সাধারণ নাম, তরল পদার্থ।

৭৮। বায়বীয় পদার্থ কয় প্রকার ?—বায়বীয় পদার্থ দুই প্রকার, গ্যাস এবং বাষ্প। যে সকল পদার্থ স্বভাবতঃই বায়বীয় অবস্থায় থাকে, তাহাকে গ্যাস বলে—যেমন, অক্সিজেন, অক্সিজেন, বহুকার্বনিক, হরিৎ গ্যাস, দ্ব্যাক্সিজেনিক গ্যাস, বায়ু ইত্যাদি। যে সকল পদার্থ স্বভাবতঃ দ্রবাবস্থায়

থাকে, কিন্তু তাপ পাইলে বায়বীয় অবস্থা প্রাপ্ত হয়, তাহাকে বাষ্প বলে—যেমন, ফুটন্ত জল হইতে উৎপন্ন জলীয় বাষ্প। গ্যাস শীতল হইলেও সহজে দ্রব হয় না; কিন্তু বাষ্প অল্প শীতল হইলেই দ্রব হয়। প্রভূত চাপ দিলে ও অত্যন্ত শীতল করিলে বায়ু প্রভৃতি গ্যাস পদার্থও দ্রবাবস্থা প্রাপ্ত হয়।

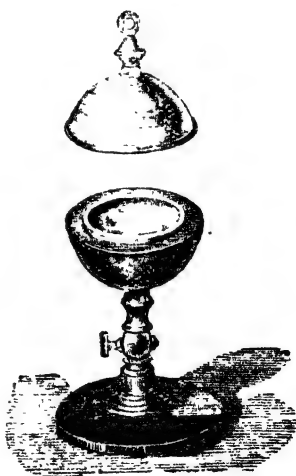
৭৯। বায়ুর চাপ। যন্ত্রের সাহায্যে কোন পাত্রের অভ্যন্তরস্থ বায়ু বাহির করিয়া লইতে পারা যায়। একটা ঘণ্টা-কৃতি বৃহৎ পাত্রের মধ্যে একটা রবারের থলি রাখিয়া বায়ু-নিষ্কাশন যন্ত্র দ্বারা বৃহৎ পাত্রের অভ্যন্তরস্থ বায়ু টানিতে থাক। বৃহৎ পাত্রের বায়ু যতই কমিতে থাকিবে, থলিটা ততই ফুলিতে থাকিবে। ইহার কারণ এই যে, বৃহৎ পাত্রের বায়ু কমিলেই থলির অন্তর্গত বায়ু সেই স্থান অধিকার করিবার জন্য প্রয়াসী হয়। থলির অন্তর্গত বায়ু অধিকতর স্থান অধিকার করিতে চাহিলেই, থলির গায়ে চাপ দিয়া উহাকে ফুলাইয়া তুলে। এই সময়ে যদি বৃহৎ পাত্রটির মধ্যে বায়ু পুনঃপ্রবিষ্ট করিয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলে থলির অন্তর্গত বায়ুর পক্ষে অধিকতর স্থান পূরণ করিবার আবশ্যকতা থাকিবে না। সুতরাং উক্ত বায়ু ও থলি উভয়ই পাত্রস্থ বায়ুর চাপে ক্রমশঃ সঙ্কুচিত হইয়া, পূর্বাৱসব লাভ করিবে।

এই পরীক্ষাতে বায়বীয় পদার্থের চাপ ও স্থিতিস্থাপকতা গুণের পরিচয় পাওয়া গেল।

পূর্ব পরীক্ষাটি অপর প্রকারে করিয়া দেখা যাউক। একটা বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্রের আধারপাত্রের উপরে একটা কাচপাত্র উপুড় করিয়া বসাও। পাত্রটির পশ্চাদেশ উপর দিকে রহিল;

উহা রবার দিয়া খুব শক্ত করিয়া বাঁধা। এখন যন্ত্র দ্বারা পাত্রের ভিতরের বায়ু যতই টানিবে, পাত্রের বাহিরের বায়ুমণ্ডলস্থ বায়ু ভিতরের স্থান অধিকার করিতে ততই চেষ্টা করিবে। এইরূপে বাহিরের বায়ু রবারের উপর ক্রমশঃই অধিকতর চাপিতে থাকিবে; অবশেষে রবারটা ফাটিয়া যাইবে।

১৩শ চিত্রে দুইটা বাটা রহিয়াছে, উপরের বাটাটা নিম্নের বাটার উপর ঠিক বসে, একটুও ফাঁক থাকে না। এই দুইটা বাটা মুখে মুখে বসাইয়া খুলিতে চেষ্টা কর, সহজেই খুলিবে। বায়ুমণ্ডলের চাপে উহারা জুড়িয়া যায় না কেন? তাহার কারণ এই যে, বাটা দুইটার ভিতরেও বায়ু আছে, বাহিবেও বায়ু আছে। ভিতরের বায়ু উহা পিচনে বসে বাহিরের দিকে গেলিতেছে, বাহিরের বায়ু সেট বসে ভিতরের দিকে গেলিতেছে। সুতরাং দুই চাপের সমান বিস্তা হওয়াতে বাটা দুইটা সহজেই খোলা যায়। কিন্তু বাটা দুইটার মুখে ঘৃত-মিশ্রিত মোম লাগাইয়া ঠিক মুখে মুখে মিলিত করিয়া একটি বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্রের আধারপাত্রের উপর বসাত।



১৩শ চিত্র।

মোম লাগাইবার কারণ এই যে, বাটা দুইটার মধ্যবর্তী ফাঁক

দিয়া বায়ু প্রবেশ করিতে না পারে। নিম্নের বাটীর তলদেশে একটা ছিদ্র আছে, এবং ছিদ্রটি বন্ধ করিবার জন্ত একটা প্যাচ কৌশলে বসান রাখিয়াছে। বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্র দ্বারা উভয় বাটীর অন্তর্গত বায়ু টানিয়া লইয়া প্যাচ বন্ধ করিলে, বাটীর মধ্যে আর বায়ুপ্রবেশের পথ থাকিবে না। এই সময় বাটী দুইটা পৃথক্ করা বড়ই কঠিন। বাহিরের বায়ু বাটী দুইটিকে চাপিয়া রাখিবে; ভিতরে বায়ু নাই যে, বাহিরের চাপকে প্রতিরোধ করিবে।

৮০। দ্রব ও বায়বীয় পদার্থের চাপে প্রভেদ কি?—দ্রব পদার্থ যে পাত্রে রাখা যায়, তাহার প্রত্যেক দিকের পৃষ্ঠদেশের বর্গ পরিমাণ অনুসারে চাপের হ্রাস বৃদ্ধি হয়। বায়বীয় পদার্থের ঘন আয়তন যদি বৃদ্ধি হয়, তবে চাপ অল্প হয়; ঘন আয়তন যদি হ্রাস হয়, তবে চাপ অধিক হয়। নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা ইহা প্রমাণিত হইবে।

একটা পিত্তলের চোঙের এক মুখে একটা প্যাচ লাগান, অপর মুখ খোলা। খোলা মুখ দিয়া একটা অর্গল বেশ আঁটিয়া চোঙের ভিতর প্রবেশ করিয়া দিয়া, চোঙের ঠিক মধ্যস্থলে রাখ। প্যাচটি আঁটিয়া দিলে অর্গলের মুখ হইতে প্যাচ পর্যন্ত চোঙের অর্ধ পরিমাণ অংশে থানিকটা বায়ু আবদ্ধ হইয়া পড়িবে। চোঙের খোলা মুখের দিকে অর্গলের উপরে প্রযুক্ত বায়ুমণ্ডলের ষত চাপ, আঁটা মুখের দিকে আবদ্ধ বায়ুভাগেরও ঠিক তত চাপ বলিয়া অর্গলটি সাম্যাবস্থায় থাকিবে। এখন

অর্গলটী খোলা মুখের দিকে যতই টানিবে, ততই জোর লাগিবে, কারণ আবদ্ধ বায়ুভাগের আয়তন বাড়িতে থাকিবে বলিয়া তাহার চাপ কমিতে থাকিবে ; কিন্তু প্রযুক্ত বায়ুমণ্ডলের চাপ পূর্ববৎ সমানই থাকিবে । খানিক টানিয়া ছাড়িয়া দিলে, প্রযুক্ত বায়ুমণ্ডলের চাপ আবদ্ধ বায়ুভাগের চাপ অপেক্ষা অধিক প্রবল হইয়াছে বলিয়া, অর্গলটী বেগে পূর্বস্থানে যাইবে । এস্থলে আবদ্ধ বায়ুভাগের আয়তনের বৃদ্ধি সহকারে চাপের হ্রাস হইতে লাগিল । আবার অপর দিকে, অর্গলটী প্যাঁচের দিকে যতই ঠেলিবে, ততই জোর লাগিবে । তাহার কারণ এই যে, আবদ্ধ বায়ুভাগের আয়তন কমিতে থাকিবে বলিয়া উহার চাপ বাড়িতে থাকিবে, অথচ প্রযুক্ত বায়ুমণ্ডলের চাপ সমানই রহিবে । খানিক ঠেলিয়া অর্গলটী ছাড়িয়া দিলে উহা পূর্ববৎ পূর্বস্থানে বেগে চলিয়া আসিবে । এস্থলে আবদ্ধ বায়ুভাগের আয়তনের হ্রাস সহকারে উহার চাপের বৃদ্ধি হইতে লাগিল ।

৮১। বায়ুর ভার।—শূন্য স্থান পাইলেই বায়ু তাহা অধিকার করিবার জন্ত সংজোরে প্রবেশ করে । এই জন্ত কোন পাত্রকে একেবারে শূন্য করা অত্যন্ত কঠিন । বায়ু-নিষ্কাশন যন্ত্র দ্বারা কোন পাত্রের বায়ু হরণ করিয়া ওজন করিলে দেখা যায় যে, বায়ুপূর্ণ থাকিলে পাত্রটী যত ভারী হয়, বায়ুশূন্য হইলে তদপেক্ষা কম ভারী হয় । সুতরাং বায়ুর ভার আছে ।

তুল্যদণ্ডে ওজন করিয়া একটি ডালি খোলা হাল্কা বাক্সের ভার নিরূপণ কর । বায়ুপূর্ণ বাক্সের এই ভার ।

(Carbonic acid—কার্বনিক এসিড) দ্ব্যাক্সারক নামক

এক প্রকার গ্যাস আছে। প্রথম দ্বারা আমরা নিম্নতই এই গ্যাস শরীর হইতে বাহির করিতেছি। দ্ব্যাক্সারক গ্যাস বায়ু অপেক্ষা ভারী। একটি বাচপাত্রে এই গ্যাস পূরিয়া এবং উল্লিখিত বাক্সের তলদেশের একটু উপরেই ছিদ্র করিয়া, গ্যাসপাত্র এবং বাক্স একটা নল দ্বারা এমন ভাবে সংযুক্ত কর যে, নলটী গ্যাসপাত্র হইতে ক্রমশঃ নামিয়া বাক্সের দিকে আইসে। বাক্সের উপরের ডালি খোলা এবং দ্ব্যাক্সারক গ্যাস বায়ু অপেক্ষা ভারী; সুতরাং গুরুতর গ্যাস নল দ্বারা বাক্সের তলদেশে যতই প্রবেশ করিতে থাকিলে, বায়ু ততই উপরে উঠিয়া অবশেষে বাক্স পূর্ণিতাপন্ন করিয়া যাইবে। যখন বাক্সে বায়ু আর থাকিলে না, এবং সমস্তই দ্ব্যাক্সারক গ্যাসে পূর্ণ হইবে, তখন বাক্সটী ওজন করিলে দেখিতে পাইবে যে, বাক্সটী বায়ুপূর্ণ অবস্থায় যত ভারী ছিল, এখন তদপেক্ষা অধিক ভারী হইয়াছে। সুতরাং প্রমাণিত হইল যে, কতকগুলি বায়বীয় পদার্থ অপর অপেক্ষা গুরু।

বায়বীয় পদার্থ সকলের মধ্যে (Hydrogen—হাইড্রোজেন) অক্সিজেনক নামক গ্যাস সর্বাপেক্ষা লঘু। সুতরাং উপবোক্ত বাক্সটী উপুড় করিয়া রাখিয়া উল্লিখিত ছিদ্র হইতে একটি নল দ্বারা একটি অক্সিজেনক গ্যাসপূর্ণ পাত্রের সহিত একপ ভাবে সংযুক্ত কর যে, নলটী গ্যাসপাত্র হইতে ক্রমশঃ উপর দিকে উঠিয়া বাক্সের তলদেশের নিকটবর্তী ছিদ্রে গিয়া পঁহুছে। বাক্সের তলদেশ উপর দিকে রহিয়াছে; সুতরাং অক্সিজেনক গ্যাস বাক্সের অন্তর্গত বায়ু উপরে গিয়া পঁহুছিতে লাগিল। নিম্নদিকে বাক্সের ডালি খোলা; কাজেই লঘুতর গ্যাসটী উপর দিক দিয়া যতই স্থান

অধিকার করিতে লাগিল, গুরুতর বায়ু ততই নামিয়া নামিয়া অবশেষে বাক্স পরিত্যাগ করিতে বাধ্য হইল। যখন বাক্সে বায়ু আর থাকিবে না, সমস্তই অক্সিজেন গ্যাসে পূর্ণ হইবে, তখন বাক্সটি ওজন করিলে দেখিতে পাইবে যে, বায়ুপূর্ণ অবস্থায় বাক্সটির যত ভার ছিল, এখন তদপেক্ষা অনেক কম হইয়াছে। সুতরাং প্রমাণিত হইল যে, কতকগুলি বায়বীয় পদার্থ অপর অপেক্ষা লঘু।

এই সকল পরীক্ষায় আমরা কি শিখিলাম? বায়বীয় পদার্থের অণুগুলির মধ্যে সংহতি নাই বলিয়া পরস্পর হইতে বিচ্ছিন্ন হইতে চায়। এই কারণে, অতি অল্প পরিমাণ বায়বীয় পদার্থ কোন বৃহৎ পাত্র রাখিলে সমস্ত পাত্রটি অধিকার করিয়া ফেলে; কিন্তু যখন সকল বায়বীয় পদার্থেরই কিছু না কিছু ভার আছে, তখন অবশ্যই স্বীকার করিতে হইবে যে, পৃথিবী মাধ্যাকর্ষণ বলে ইহাদিগকে নিজেব দিকে টানে। এই কারণে যে বায়ুমণ্ডল পৃথিবীকে ঘেরিয়া রহিয়াছে, উহা পৃথিবীকে ত্যাগ করিয়া দূবে পলাইতে পারে না। প্রত্যুত, এই বায়ুমণ্ডল এক মহাসাগরের স্থায় পৃথিবীকে বেষ্টিত করিয়া রহিয়াছে। আমরা এই মহাসাগরের তলদেশে বিচরণ করিতেছি।

৮২। বায়ুমণ্ডলের গভীরতা, মনুষ্যশরীরের উপর বায়ুমণ্ডলের চাপ।—কেহ কেহ বলেন বায়ুমণ্ডল ৪,১৪৫ মাইল উচ্চ, কেহ কেহ বলেন ২০,১০০ মাইল উচ্চ, কেহ কেহ বলেন ২০০ মাইল উচ্চ। এত উচ্চ বায়ুশি তলদেশস্থ পদার্থ সকলের উপর অবশ্যই প্রভূত চাপ দিবে। বাস্তব-

বিকও তাহাই বটে। প্রত্যেক বর্গ ইঞ্চি স্থানের উপর বায়ু-রাশির চাপ প্রায় সাড়ে সাত সের। মনুষ্যশরীরের ক্ষেত্রফল ২,০০০ বর্গইঞ্চি ধরিলে মনুষ্য প্রায় ৩৭৫ মণ ভার বহন করিতেছে। তথাপি মানুষ পিষিয়া যায় না কেন? তাহার উত্তর এই যে, বায়ুসাগরের চাপ বারিসাগরের জায় উর্দ্ধ, অধঃ ও পার্শ্ব সকল দিকেই কার্য্য করে। এক খণ্ড কাগজ লও; বায়ু চাপ উহার উপরে কার্য্য করিয়া যত জোরে উহাকে নিম্ন দিকে চাপিতেছে, নিম্নস্থ বায়ুও ঠিক তত জোরে উহাকে উপর দিকে ঠেলিতেছে। সুতরাং কাগজ খানি একরূপ ভাবে ঘুরিতে ফিরিতে পারে যে, উহার উপর যেন কোন চাপই নাই। তুমি আমিও এই কারণেই অতি সহজে এদিক্ ওদিক্ ঘুরিতে পারি, আমাদের উপরে কোন চাপই বোধ হয় না।

৮৩। বায়ুর উর্দ্ধ চাপ।—বায়ুর উর্দ্ধচাপের একটি উৎকৃষ্ট দৃষ্টান্ত দেওয়া যাইতে পারে। একটি হাঁড়ির তলার ছিদ্র করিলে তাহাকে ঝারি বলে। একটি ঝারি জলের মধ্যে ডুবাইয়া জলপূর্ণ করিয়া জলের তিতরেই সরাসরি বন্ধ কর। কান্দা কি ময়দা দিয়া সরার মুখ আঁটিয়া না দিলে বায়ুপ্রবেশের সম্ভাবনা থাকে। এক্ষণে ঝারিটা জল হইতে তুলিলে তলার ছিদ্র দিয়া জল পড়িবে না। ছিদ্রগুলির মুখে বায়ুর উর্দ্ধচাপ জলকে ধরিয়া রাখে। সরাসরি খুলিয়া দিলে উপরের বায়ুর নিম্নচাপ নিম্নের বায়ুর উর্দ্ধচাপকে প্রতিহত করিবে, সুতরাং জল আপন ভারে ছিদ্র দিয়া নিম্নে পড়িয়া যাইবে।

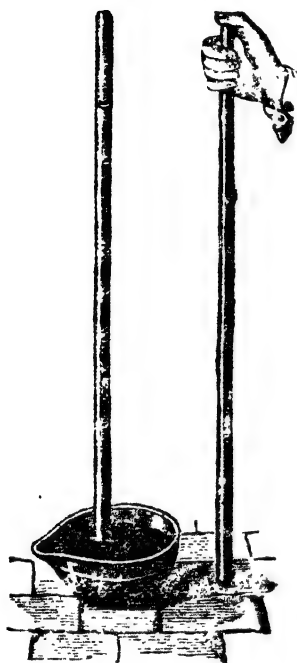
৮৪। জলের ন্যায় বায়ুর মধ্যে কোন বস্তুকে ওজন করিলে স্থানান্তরিত বায়ুর ভারের সমান ভার

কম পড়ে ।—একটি ক্ষুদ্র স্বর্ণপিণ্ড ও একটি শূণ্ণগর্ভ বৃহৎ তাম্র-গোলক বায়ুতে ওজন করিয়া দেখা গেল যে, উভয়ের ভার সমান । একটি বৃহৎ আধারপাত্রস্থ সমস্ত বায়ু যন্ত্র দ্বারা নিষ্কাশিত করিয়া তন্মধ্যে ঐ স্বর্ণপিণ্ড এবং তাম্রগোলক ওজন করিলে স্বর্ণপিণ্ড অপেক্ষা তাম্রগোলক অধিক ভারী বোধ হইবে । তাহার কারণ আর কিছুই নহে, বায়ুতে ওজন করিবার সময় স্বর্ণপিণ্ডের বেলায় যতটুকু বায়ুর ভার উহার ভার হইতে অপহৃত হইয়াছিল, তাম্রগোলকের বেলায় তদপেক্ষা অনেক অধিক পরিমাণ বায়ুর ভার উহার ভার হইতে কম পড়িয়াছিল । নির্কাত স্থানে বস্ত্র ওজন করিলে উহার খাঁটি ভার নিরূপিত হয় । অতএব, একই ওজনের দুইটি বস্তুর একটি ক্ষুদ্র ও অপরটি বৃহৎ হইলে উহাদিগকে বায়ুর মধ্যে ওজন করিলে সমান ভারী বোধ হইতে পারে, কিন্তু নির্কাত স্থানে বৃহদায়তন বস্তুটি অধিক ভারী হইবে । এই জন্তই “এক মণ লৌহ ও এক মণ তুলা সমান ভারী নয় ।”

৮৫ । বেলুন ।—জলের স্থায় বায়ুরও কিয়ৎ পরিমাণ উদ্ভাসনী শক্তি আছে । পাথুরে কয়লা হইতে উৎপন্ন যে গ্যাস দ্বারা নগরাদি আলোকিত হয়, তাহা সম-আয়তন বায়ু অপেক্ষা লঘু; অজ্বলক গ্যাস তদপেক্ষাও লঘু । *একটি থলের ভিতর পাথুরিয়া কয়লার গ্যাস অথবা অজ্বলক গ্যাস পূরিয়া বায়ুসাগরে ছাড়িয়া দিলে উহা অবশ্যই উপরে উঠিবে । এইরূপ থলেকেই বেলুন অর্থাৎ ব্যোমযান কহে । ব্যোমযান এত বড় হইতে পারে যে, উহাতে অনেক লোক উঠিলেও বায়ুর উপর উঠিয়া যাইবে ।

৮৬ । বায়ুমান যন্ত্র কিরূপে প্রস্তুত করিতে

হয় ?—একটি বড় কাচনলের এক দিক্ খোলা ও অপর দিক্



১৪শ চিত্র।

বন্ধ। এই নলের মধ্যে পারদ ঢালিয়া পূর্ণ কর। খোলা মুখ অঙ্গুলি দ্বারা আবদ্ধ করিয়া একটা পারদ-পূর্ণ বাটীতে খোলা মুখ ডুবাইয়া দাও। বাটীর পারদের তিতর নলের মুখ প্রবিষ্ট না হইলে অঙ্গুলি খুলিবে না; নচেৎ নলের সমস্ত পারদ পড়িয়া যাইবে। ১৪শ চিত্রে দেখিতে পাইতেছ, বাটীর উপর নলটি বসাইলে পর নলের অভ্যন্তরস্থ পারদস্তম্ভ খানিকটা নামিয়া পড়িয়াছে। যখন হাতে করিয়া পারদ পূরিয়াছিলে, তখন নলটির

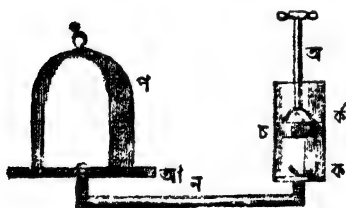
মধ্যে পারদ ছাপাছাপি হইয়াছিল; এখন নলটি উঠাইয়া বাটীর পারদের মধ্যে খোলা মুখ ছাড়িয়া দিলেই উপরে খানিকটা ফাঁক পড়িয়া গেল। প্রথমতঃ বোধ হইতে পারে যে, খানিকটা বায়ু ঢুকিয়া উপরে উঠিয়াছে। কিন্তু বাস্তবিক তাহা নহে; ঐ ফাঁকটুকুর মধ্যে বায়ু কি অপর কোন পদার্থ নাই। তাহা হইলে প্রশ্ন হইতে পারে যে, বায়ুমণ্ডল বাটীর পারদের উপর চাপ দিতেছে; তবে সেই চাপে বাটীর

পারদ ঠেলিয়া উঠিয়া উপরের শূণ্য স্থান পূর্ণ করিতেছে না কেন ? যদি বায়ুর তত চাপ থাকিত, তাহা হইলে অবশ্যই শূণ্য স্থানটুকু পূর্ণ হইত। বায়ুমণ্ডলের যত চাপ আছে তাহাতে ঐ নলের মধ্যে ত্রিশ ইঞ্চ পর্য্যন্ত পারদ উঠিতে পারে, তাহার উপরে উঠে না। নলের অন্তর্গত পারদস্তম্ভের ভার ঐ স্তম্ভকে নিম্নদিকে চাপিতেছে, বাটার উপরে বায়ুমণ্ডলের চাপ উহাকে উপর দিকে ঠেলিতেছে। একদিকে পারদস্তম্ভের ভার উহাকে আর নামা-ইতে পারিতেছে না, অপর দিকে বায়ুমণ্ডলের চাপ উহাকে আর উপরে ঠেলিতে পারিতেছে না। সুতরাং পারদস্তম্ভের উপরে যে ফাঁকটুকু রহিয়াছে, ওটুকু সম্পূর্ণরূপে শূণ্য স্থান। এই পরীক্ষাটি ইটালী দেশীয় টরিসেলি নামক এক ব্যক্তি আবিষ্কার করেন—ইহারই নামে নলের উপরিস্থ ফাঁকটুকুকে টরিসেলীয় শূন্য বলে। এই নলকেই বায়ুমান যন্ত্র কহে। বাটার পারদের উপর হইতে নলের অন্তর্গত পারদস্তম্ভের উচ্চতা মাপিবার জন্য ঐ নলের গায়ে ইঞ্চের দাগ কাটা থাকে।

৮৭। বায়ুমান যন্ত্রের ব্যবহার কি?—বায়ুমান যন্ত্র অনেক কাজে লাগে। ইহা দ্বারা আমরা পর্বতাদির উচ্চতা নিরূপণ করিতে পারি। কোন জলপূর্ণ পাত্রের তলদেশে যত চাপ, উপরে তদপেক্ষা অল্প চাপ। আমরা যে বায়ুমাগরের মধ্যে রহিয়াছি, তাহারও তলদেশে যত চাপ, উপরে তদপেক্ষা অল্প। যখন আমরা পর্বতের নিম্নদেশে থাকি, তখন আমা-দিগের উপরে যত বায়ুশাশির চাপ পড়ে, পর্বতের শিখরদেশে উঠিলে তদপেক্ষা অনেক অল্প বায়ুশাশির চাপ পড়িবে। সুতরাং বায়ুশাশির চাপ যে পারদস্তম্ভকে ধারণ করে, তাহা নিম্নদেশে

যত উচ্চ হইবে, পর্কতের শিখরদেশে তদপেক্ষা অল্প উচ্চ হইবে। নিম্নদেশে বায়ুমান যন্ত্রে পারদস্তম্ভ ত্রিশ ইঞ্চ পর্য্যন্ত উঠে; পর্কতের উপরে উচ্চতা অনুসারে কোন স্থানে পঁচিশ ইঞ্চ, কোন স্থানে কুড়ি ইঞ্চ পর্য্যন্ত উঠে। সুতরাং বায়ুমান যন্ত্র দেখিয়া আমরা কতদূর উপরে উঠিয়াছি, তাহা ঠিক করিতে পারি। আবার বায়ুমান যন্ত্রের সাহায্যে আকাশের অবস্থাও বুঝা যায়। যদি পারদস্তম্ভ নামিয়া পড়ে তাহা হইলে শীঘ্রই ঝটিকাদি হইবার সম্ভাবনা। যদি পারদস্তম্ভ না নামে, না উঠে, তাহা হইলে আকাশের অবস্থা ভাল থাকিবে।

৮৮। বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্র।—১৫শ চিত্রে একটি বায়ু-নিষ্কাশন যন্ত্রের প্রতিক্রপ প্রকাশিত হইল। অ—অর্গল, চ—পিত্তল নির্মিত চোঙ, ক ও ক—দুইটি চোরা কবাট, ন—বক্র নল, আ—পিত্তল নির্মিত আধারপাত্র, প—বায়ুপূর্ণ



১৫শ চিত্র।

পাত্র। অর্গলটি চোঙের ভিতর একরূপ ভাবে আঁটা যে, অর্গলের কোন পার্শ্ব দিয়া বায়ু প্রবেশ করিতে পারে না। বক্র নলটির দুই মূখ খোলা, এক মূখ আধারপাত্রের উপরপৃষ্ঠ পর্য্যন্ত গিয়াছে, অপর মূখ চোঙের নিম্নদিকে লাগিয়াছে। সুতরাং আধার-

পাত্রের উপর কোন পাত্র বেশ আঁটিয়া বসাইলে, সেই পাত্রের বায়ু এই নল দিয়া অতি সহজেই চোঙের ভিতর যাইতে পারে। পাত্রের বায়ু চোঙের ভিতর আসিতে পারে বটে, কিন্তু চোঙের ভিতর হইতে পাত্রের দিকে আর ফিরিতে পারে না। কারণ, ঠিক যেখানে নলের মুখ চোঙের ভিতর আসিয়া পঁহছিয়াছে, সেইখানে নলের মুখের উপর একখানি চোরা কবাট বসান আছে। নিম্নদিক্ অর্থাৎ নলের দিক্ হইতে ঠেলিলে কবাটখানি উপর দিকে সহজেই উঠিয়া যায়, কিন্তু উপর দিক্ অর্থাৎ চোঙের ভিতর দিক্ হইতে ঠেলিলে কবাটখানি পড়িয়া নলের মুখ আঁটিয়া ফেলে। অর্গলের মুখেও একখানি চোরা কবাট আছে, এখানিও উপরদিকে খুলে, নিম্নদিকে অর্গলের মুখ আঁটিয়া ফেলে। সুতরাং চোঙের অভ্যন্তরস্থ বায়ু এই কবাট দিয়া বাহিরে যাইতে পারে, কিন্তু বাহিরের বায়ু চোঙের ভিতর আসিতে পারে না।

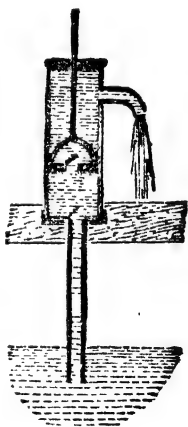
এখন কিরূপ প্রণালীতে এই যন্ত্র দ্বারা বায়ু নিষ্কাশিত হয়, তাহা দেখা যাউক। একটা পাত্রের মুখে ঘৃতমিশ্রিত মোম লাগাইয়া আধারপাত্রের উপর বেশ আঁটিয়া বসাও। এই পাত্রের মধ্যে বায়ু আছে। মনে কর, অর্গলটী চোঙের তলদেশে ঠেসিয়া রহিয়াছে; এখন অর্গলটী উপরদিকে টানিলে অর্গলের নিম্নপার্শ্ব হইতে চোঙের তলদেশ পর্য্যন্ত যে ফাঁক পড়িবে, তন্মধ্যে বায়ু থাকিবে না। এই শূণ্য স্থান অধিকার করিবার জন্য অর্গলের বাহিরের বায়ুও পাত্রস্থ বায়ু উভয় দিক্ হইতে চেষ্টা করিবে। বাহিরের বায়ু কৃতকার্য হইতে পারিবে না; কারণ, বাহির হইতে সজোরে চোঙের ভিতর প্রবেশ করিতে

গেলেই অর্গলের মুখস্থিত চোরা কবাটটি চাপিয়া পড়িবে।
 অপর দিকে পাত্রস্থ বায়ু অনায়াসেই চোঙের ভিতর আসিবে ;
 কারণ, এই বায়ু যখন নলের ভিতর দিয়া আসিয়া চোঙের ভিতর
 প্রবেশ করিবার জন্য নলের মুখস্থিত চোরা কবাটটি উপর দিকে
 ঠেলিবে, তখন কবাটখানি অনায়াসেই খুলিয়া যাইবে। এই-
 রূপে অর্গলটি যতই উপরে উঠিবে, পাত্রস্থ বায়ু চোঙের অন্তর্গত
 শূন্যস্থান ততই অধিকার করিবে। এখন অর্গলটি নিম্নদিকে
 ঠেলিতে আরম্ভ করা যাউক। অর্গলটি নামিতে আরম্ভ
 করিলেই চোঙের অন্তর্গত বায়ুর উপর চাপ পড়িবে। এই
 চাপ নিম্নস্থ চোরা কবাটের উপর পড়িয়া উহাকে বন্ধ করিয়া
 ফেলিবে। সুতরাং চোঙের বায়ু নিম্নদিগ্ দিয়া পাত্রের ভিতর
 আর ফিরিয়া যাইতে পারিবে না, বরং উপর দিকে ঠেলা দিয়া
 অর্গলের মুখস্থিত কবাটটি খুলিয়া বাহির হইয়া যাইবে। যখন
 অর্গলটি চোঙের তলদেশে পৌঁছাইবে, তখন চোঙের সমস্ত
 বায়ু বাহির হইয়া যাইবে। এইরূপে প্রতিবারে অর্গলটি উপর
 দিকে টানিলে পাত্রস্থ বায়ু নলের মুখস্থিত কবাট খুলিয়া চোঙের
 ভিতর প্রবেশ করে; আবার অর্গলটি নিম্নদিকে ঠেলিলে সেই
 বায়ু নিম্নদিকে যাইতে না পারিয়া উপরের কবাট খুলিয়া
 বাহির হইয়া যায়। সুতরাং ক্রমাগত এইরূপ করিলে পাত্রের
 প্রায় সমস্ত বায়ু বাহির হইয়া যাইবে। বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্র নানা
 আকারের হইতে পারে, কিন্তু কার্য্যপ্রণালী এক।

৭৯। জলোত্তোলন যন্ত্র।—বায়ুমান যন্ত্রে বায়ুমণ্ডলের
 চাপে নলের মধ্যে ত্রিশ ইঞ্চি উর্দ্ধ পর্য্যন্ত পারদ উঠে। জল সম-
 আয়তন পারদ অপেক্ষা অনেক লঘু, সুতরাং বায়ুর চাপে জল

ত্রিশ ইঞ্চি অপেক্ষা অনেক উর্দ্ধে উঠিবে; প্রত্যুত, উহা প্রায় ত্রিশ ফুট উঠে।

১৬শ চিত্রে একটি জলোত্তোলন যন্ত্রের ভিতর দিকের প্রতিকৃতি অঙ্কিত হইয়াছে। সর্ব্বনিম্নে চৌবাচ্চা, উহা হইতে জল তুলিতে হইবে। এই চৌবাচ্চা হইতে একটি নল যন্ত্রের চোঙের মধ্যে প্রবেশ করিয়াছে। চোঙের মধ্যে যে অর্গলটী দেখিতেছ, উহা এমন শক্ত করিয়া আঁটা আছে যে, অর্গলের পার্শ্ব দিয়া জল কি বায়ু প্রবেশ করিতে পাবে না। প্রত্যুত, বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্রে অর্গলটী চোঙের ভিতর যেরূপ ভাবে লাগান থাকে, এই যন্ত্রেও সেইরূপ ভাবে শক্ত করিয়া লাগান চাই। আবার বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্রে যেরূপ উপরে এবং নিম্নে দুইখানি চোরা কবাট থাকে, এ যন্ত্রেও অর্গলের মুখে এবং নলের মুখে সেইরূপ দুইখানি কবাট থাকে। এই দুইখানি কবাট কেবল উপর দিকেই খুলে, নিম্নদিকে খুলে না; উপর হইতে চাপ পড়িলে ছিদ্রের মুখ বন্ধ করিয়া দেয়। অর্গলের উপরে চোঙের পার্শ্বদিকে একটি নল বসান আছে, দেখিতেছ; উহার মুখ খোলা। এই খোলা মুখ দিয়া চৌবাচ্চার জল বাহির হইবে।



১৬শ চিত্র।

প্রথমতঃ, জলোত্তোলন যন্ত্রটী চৌবাচ্চার উপর বসাইলে উহার নলের অন্তর্গত বায়ুর চাপে চৌবাচ্চার জল নলের ভিতর প্রবেশ করিতে পারিবে না। বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্রের স্থায় অর্গলটী

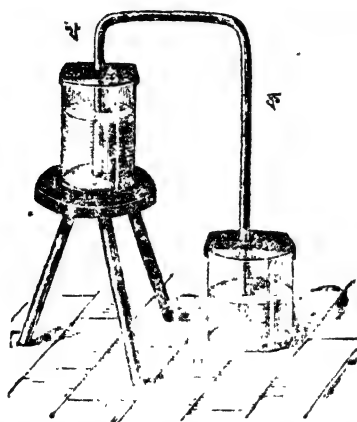
তুলিলেই নলের বায়ু নিম্নকবাট খুলিয়া চোঙের ভিতর ঢুকিবে, অর্গলটা নামাইলেই নিম্নকবাট বন্ধ হইবে এবং উপরের কবাট খুলিয়া যাইবে; সুতরাং চোঙের বায়ু বাহির হইয়া যাইবে। এইরূপে অর্গলটা কয়েকবার তোলা নামা করিলেই নলের সমস্ত বায়ু বাহির হইবে। নলের বায়ুর নিম্নচাপে চৌবাচ্চার জল নলের ভিতর উঠিতে পারিতেছিল না; কিন্তু এখন সেই চাপ অপসারিত হইল। সুতরাং চৌবাচ্চার উপরে বায়ুমণ্ডল যে চাপ দিতেছে, সেই চাপে চৌবাচ্চার জল নলের মধ্যে শূণ্য স্থান অধিকার করিতে উঠিয়া পড়িবে। আবার, অর্গলটা উপরদিকে টানিলে নলের জল নিম্নকবাট খুলিয়া চোঙের ভিতর ঢুকিবে। কিন্তু এইখানে একটা কথা স্মরণ রাখিতে হইবে। চৌবাচ্চার জলের উপরিভাগ হইতে নলের মুখস্থিত কবাট পর্য্যন্ত দূরত্বটুকু ত্রিশ ফুটের অধিক হইলে ভালোভোলন যন্ত্রের কার্য্য কিছুতেই হইবে না। কারণ, বায়ুমণ্ডলের চাপ নলের ভিতর ত্রিশ ফুট পর্য্যন্ত জল তুলিতে পারে, তাহার উর্দ্ধে পারে না। নলের মুখস্থিত কবাট জলের উপরিভাগ হইতে ত্রিশ ফুটের অধিক উচ্চ হইলে নলের মধ্যে উত্তোলিত জল ঐ কবাট পর্য্যন্ত পঁহুছিবে না। জলের উপরিভাগ হইতে নিম্নকবাটের উচ্চতা ছাকিশ সাতাইশ ফুট হইলে যন্ত্রের কার্য্য সূচাক্রমে চলিতে পারে; কারণ, তাহা হইলে চোঙের ভিতর পর্য্যন্ত জল উঠিবার কোনও বাধা থাকে না। চোঙ জলপূর্ণ হইলে অর্গলটা নিম্নদিকে যতই চাপিবে, চোঙের জল অর্গলের মুখস্থিত কবাটটা খুলিয়া ততই অর্গলের উপর উঠিতে থাকিবে; কারণ, অর্গলের নিম্নস্থ জলের চাপে নিম্নকবাট বন্ধ হইবে, তাহাতে চোঙের জল নলের ভিতর

নামিতে পারিবে না। অর্গলটি যখন পুনরায় উপর দিকে টানিবে, অর্গলের উপরিস্থ জল চোঙের পার্শ্বস্থ নলের খোলা মুখ দিয়া বাহিরে পড়িতে থাকিবে।

জলোত্তোলন যন্ত্রের ভিতর কিরূপে কার্য্য হয়, তাহা স্বচক্ষে দেখিবার জন্ত একটী কাচের চোঙ-বিশিষ্ট যন্ত্র লও। কাচের ভিতর দিয়া সকল ব্যাপারই দেখিতে পাইবে। প্রথমতঃ, অর্গলটি তুলিলেই উপরের কবাট বন্ধ হইবে এবং নিম্নকবাট খুলিয়া যাইবে। আবার, অর্গলটি নিম্নদিকে নামিবার সময় নিম্নকবাট বন্ধ হইবে ও উপরের কবাট খুলিয়া যাইবে। অর্গলটি চোঙের ভিতর আঁটিয়া না বসিলে উহার পার্শ্বস্থ ফাঁক দিয়া উপরের বায়ু অর্গলের নিম্নে ঢুকিবে এবং কোন কার্য্যই হইতে দিবে না। যন্ত্রটীর সর্ব্বনা ব্যবহার না থাকিলে, অর্গলটি আঁটিয়া বসাইবার জন্ত উহার মুখের চারি দিকে চামড়া কিংবা অন্ত যে দ্রব্য জড়ান থাকে, তাহা কখন কখন শুকাইয়া যায়। এক্রপ শুকাইলে, অর্গলের চারি পার্শ্বে ফাঁক বহিতে থাকে, এবং যন্ত্রের কার্য্য চলে না। এক্রপ অবস্থায়, অর্গলের উপর কিঞ্চিৎ জল ঢালিয়া দিলেই চামড়া অথবা অপর জড়ান দ্রব্য ভিজিয়া উঠে, এবং চোঙের গায় বেশ আঁটিয়া লাগে।

৯০। বক্রনালী যন্ত্র।—সাইফন নামে এক প্রকার যন্ত্র আছে; উহাকেই বক্রনালী যন্ত্র বলে। বায়ুমণ্ডলের চাপ হইতেই উহার কার্য্য হয়। ১৭শ চিত্রে একটী সাইফনের প্রতি-রূপ দেখিতে পাইতের। কোন উচ্চস্থ পাত্র হইতে নিম্নস্থ পাত্রে কোন দ্রব পদার্থ লইয়া যাইবার জন্ত এই যন্ত্র ব্যবহৃত হয়। সাইফন-নলের দুইটী বাহু—ক ও খ। ক বাহুটি লম্বা, খ বাহুটি

খাঁট। ক্ষুদ্রতর বাহর মুখে অঙ্গুলি টিপিয়া বৃহত্তর বাহর মুখ দিয়া জল ঢালিয়া সমস্ত নলটী জলপূর্ণ কর। এখন নলটী উল্টাইয়া বৃহত্তর বাহু নিম্নস্থ জলশূন্য পাত্রে এবং ক্ষুদ্রতর বাহর মুখ উচ্চস্থ পাত্রে জলে ডুবাইয়া অঙ্গুলি ছাড়িয়া দাও। যদি



১৭শ চিত্র।

ক্ষুদ্রতর বাহু উচ্চস্থ পাত্রে তলদেশ পর্য্যন্ত যায়, তাহা হইলে ঐ পাত্রে সমস্ত জল ক্রমাগত নিম্নস্থ পাত্রে গিয়া পড়িবে। ইহার কারণ আর কিছুই নয়; ক্ষুদ্রতর বাহু নিম্নস্থ হইয়া উচ্চস্থ পাত্রে ভিতর গিয়াছে বটে, কিন্তু উহার জল বাহির হইয়া পাত্রে পড়িতে পারিতেছে না। কারণ, পাত্রস্থ জলের উপর বায়ুমণ্ডলের যে চাপ, তাহা ক্ষুদ্রতর বাহুর অভ্যন্তরস্থ জলের নিম্নাভিমুখ গতিকে প্রতিরোধ করিতেছে। কিন্তু অপর দিকে, বৃহত্তর বাহুর জল নিম্নাভিমুখ গতিতে নিম্নস্থ শূন্য পাত্রে গিয়া পড়িতে লাগিল। সাইকন-নলের ভিতরে এই বহির্গত জলের

স্থান অধিকার করিবার জন্ত ক্ষুদ্রতর বাহুর দিক্ হইতে জল না আসিলে কিয়ৎপরিমাণ স্থান শূন্য হইয়া পড়িবার সম্ভাবনা। তজ্জন্ত, উচ্চস্থ জলপাত্রেৰ উপর বায়ুমণ্ডলের যে চাপ, তাহা পাত্রেৰ জলকে ঠেলিয়া ক্ষুদ্রতর বাহুর ভিতর দিয়া সমস্ত সাই-ফন-নলটী জলপূর্ণ করিয়া রাখে।

পঞ্চম অধ্যায়।

পদার্থের কার্য্যকরী শক্তি।

৯১। কি কি প্রধান কারণে পদার্থ শক্তিসম্পন্ন হয়?—পদার্থ নানা কারণে শক্তিসম্পন্ন হয়; তন্মধ্যে কয়েকটা প্রধান কারণ আছে। যখন কোন পদার্থ প্রকৃত গতি প্রাপ্ত হয়, কিংবা ভূয়ঃকম্পিত হয়, কিংবা তাপপ্রাপ্ত হয়, কিংবা চৌম্বকযুক্ত হয়, কিংবা তড়িৎযুক্ত হয়, তখন উহাতে কার্য্যকরী শক্তি জন্মে।

৯২। কার্য্য কাহাকে বলে?—যখন আমরা কোন পুরুষের শক্তি আছে বলি, তখন কি বুঝায়? পুরুষটী কার্য্য করিতে পারে। সেইরূপ, যখন আমরা কোন পদার্থের শক্তি আছে বলি, তখন এই বুঝায় যে, পদার্থটী কার্য্য করিতে পারে।

প্রত্যুত, কোন পদার্থের কার্য্যকরী শক্তি যতক্ষণ না ফুরায়, ততক্ষণ সেই পদার্থ যে পরিমাণ কার্য্য করিতে পারে, সেই কার্য্যপরিমাণ দ্বারাই ঐ পদার্থের শক্তিপরিমাণ অনুমিত হয়। মনে কর, আমি যদি এক সের দ্রব্য এক হস্ত উচ্ছে তুলি, তাহা হইলে কিঞ্চিৎ কার্য্য করা হইল ; যদি দুই হস্ত উচ্ছে তুলি, তাহা হইলে পূৰ্ণ কার্য্যের দ্বিগুণ কার্য্য হইল ; যদি তিন হস্ত উচ্ছে তুলি, তাহা হইলে তিন গুণ কার্য্য হইল। এক সের দ্রব্য এক হস্ত উচ্ছে তুলিলে যে পরিমাণ কার্য্য হয়, তাহা যদি এক বলিয়া ধরা যায়, তাহা হইলে তিন হস্ত উচ্ছে তুলিলে যে পরিমাণ কার্য্য হইবে, তাহাকে তিন বলিতে হইবে। আবার অপর দিকে এক সের দ্রব্য এক হস্ত উচ্ছে তুলিলে যে পরিমাণ কার্য্য হয়, দুই সের দ্রব্য ততদূর তুলিলে দ্বিগুণ কার্য্য হয় ; সুতরাং দুই সের দ্রব্য তিন হস্ত উচ্ছে তুলিলে ছয় হয়। যত সের দ্রব্য কে যত হস্ত উচ্ছে তুলি তুলিবে, তত সেরকে তত হস্ত দিয়া পূরণ করিলেই কার্য্যপরিমাণ নিকপিত হয়।

একটা কামান উপরদিকে মুখ করিয়া বসাইয়া একটা ১০০ সের ভারী গোলা এমন জোরে ছুড়িলাম যে, ঠিক ১০০০ হস্ত উচ্চ পর্য্যন্ত উঠিয়া নিম্নে পড়িল। এস্থলে গোলাটির কার্য্যকরী শক্তি $= ১০০ \times ১,০০০ = ১০০,০০০$ । যদি কামানে আরও অধিক বারুদ পুরিয়া গোলা ছোড়া যায়, তাহা হইলে গোলাটি অবশ্য আরও উচ্চে উঠিবে। মনে কর, গোলাটি ১,৫০০ হস্ত উচ্চ পর্য্যন্ত উঠিতে পারিল। ইহার কার্য্যকরী শক্তি $= ১০০ \times ১,৫০০ = ১৫০,০০০$ । যত অধিক বেগে গোলাটি ছোড়া

হইবে, উহা তত অধিক উচ্চে উঠিবে, সুতরাং উহার কার্যকরী শক্তি তত অধিক হইবে।

৯৩। গতিশীল পদার্থের বেগের তুলনায় কার্যপরিমাণ কত?—কোন পদার্থ উপর দিকে দ্বিগুণ বেগে ছুড়িলে উহা যে দ্বিগুণ উচ্চে উঠে তাহা নহে, চারি গুণ উচ্চে উঠিবে—তিনগুণ বেগে ছুড়িলে তিন গুণ উচ্চে উঠিবে তাহা নহে, তিন গুণিত তিন অর্থাৎ নয় গুণ উচ্চে উঠিবে। অতএব একটা কামানের গোলা দ্বিগুণ বেগে উঠিলে চারিগুণ কার্য করে। কামানের গোলা কত উচ্চ উঠিতে পারে তাহা দেখিয়া যেমন উহার কার্যপরিমাণ মাপা যায়, অল্প উপায়েও তেমনই মাপা যাইতে পারে। সম্মুখে কতকগুলি কাঠের তক্তা পর পর সাজাইয়া গোলা ছুড়িলে উহা তক্তা ভেদ করিয়া যায়। গোলার একগুণ বেগ থাকিলে যতখানি তক্তা ভেদ করিবে, দ্বিগুণ বেগ হইলে তাহার চারিগুণ তক্তা ভেদ করিবে, তিন গুণ বেগ হইলে নয়গুণ তক্তা ভেদ করিবে। সুতরাং বেগের বর্গানুসারে কার্যের বৃদ্ধি হয়।

৯৪। কার্যকরী শক্তির নিষ্ক্রিয় অবস্থা।—যখন কোন পদার্থ দ্রুতগতিতে ছুটিতে থাকে, তখন যে তাহার কার্যকরী শক্তি অনেক থাকে, তাহা আমরা সহজেই দেখিতে পাই; কিন্তু স্থির অবস্থাতেও কার্যকরী শক্তি থাকিতে পারে। একটা মানুষ যখন স্থির থাকে তখন তাহার শক্তি নিদ্রিত থাকে, কার্যকালে প্রকাশ পায়। জড়পদার্থেরও এইরূপ নিদ্রিত শক্তি থাকে। মনে কর, দুইটা সমান বলবান্ পুরুষ

পরস্পরের দিকে ঢিল ছুড়িতেছে। একজন একটা গৃহের ছাদের উপর রাশীকৃত ঢিল লইয়া তথা হইতে ছুড়িতেছে ; আর একজন নিম্নে দাঁড়াইয়া ছুড়িতেছে। এই দুই জনের মধ্যে কে জিতিবে তাহা কি জিজ্ঞাসা করিতে হইবে ? গৃহের ছাদে যে দাঁড়াইয়াছে সেই জিতিবে। কেন, তাহার কি সুবিধা হইয়াছে ? দুই জনই সমান বলবান্ ; তবে তাহার সুবিধা এই যে, তাহার ঢিলগুলি অপরের ঢিলগুলি অপেক্ষা অনেক উচ্চ থাকাতে তাহার ঢিলগুলির কার্য্যকরী শক্তি অপেক্ষাকৃত অনেক অধিক। উপর হইতে নিম্ন দিকে যত কার্য্য করা যায়, নিম্ন হইতে উপরদিকে তত কার্য্য করা যায় না।

খরচ করিবার সময় হস্তে অর্থ থাকিলে বেমন অবিরল খরচ হইতে থাকে, গতিশীল পদার্থের কার্য্যকরী শক্তি সেইরূপ গতির সঙ্গে সঙ্গে ব্যয় হইতে থাকে। কিন্তু, ব্যাঙ্কে টাকা আমানত করিয়া রাখিলে প্রয়োজন মত বাহির করিয়া আনিতে পারা যায় ; সেইরূপ উচ্চস্থিত পদার্থের কার্য্যকরী শক্তি মজুত থাকে, আবশ্যক হইলেই নজুত শক্তি হইতে ব্যয় করিতে পারা যায়। ক্রিয়াশীল কার্য্যকরী শক্তি অপেক্ষা নিষ্ক্রিয় শক্তির এই সুবিধা। কয়েক থানি কাচপাত্র পরে পরে বসাইয়া একটা বেল কিঞ্চিৎ জোরে ছুড়িলেই একে একে কাচপাত্রগুলি ভাঙ্গিয়া ফেলে। এখানে কিরূপ ব্যাপার ঘটিল দেখা যাউক। বেল গতি প্রাপ্ত হইলেই উহাতে কার্য্যকরী শক্তি জন্মে ; এই শক্তি যখনই জন্মিল, অমনি গতির সঙ্গে সঙ্গে ব্যয় হইতে লাগিল। কাচপাত্রগুলি ভাঙ্গাতেও অনেক শক্তি ব্যয়িত হয়। সুতরাং আগ্নেয় সঙ্গে সঙ্গে ব্যয়। কিন্তু যখন গাছের ডালে বেল ঝুলিতে

থাকে, তখন তাহাতে এইরূপ কার্য্যাকরী শক্তি সঞ্চিত থাকে ;
পাকিয়া নিম্নে পড়িবার সময় এই সঞ্চিত শক্তি হইতে বাদ
হইতে থাকে । তখন ঐরূপ কাচপাত্র সাজান থাকিলে তাহাও
ভাঙ্গিয়া ফেলিবে । এস্থলে বেলটী উচ্ছে-থাকিবার কারণে
উহাতে কার্য্যাকরী শক্তি অগ্রেই সঞ্চিত ছিল ; গাছের তলায় যে
বেল পড়িয়া থাকে, তাহাতে এরূপ পূর্ব-সঞ্চিত শক্তি থাকে না ।

ষষ্ঠ অধ্যায় ।

শব্দ ।

৯৫ । শব্দ কি ?—যে বস্তু স্থান পরিবর্তন করে তাহা
অবশ্যই গতিশীল । কিন্তু তাই বলিয়া সকল বস্তুই গতিশীল
বস্তুই যে, সর্বদা স্থান পরিবর্তন করে, তাহা নহে । লাটিম
যখন বেগে ঘূর্ণিতে থাকে, তখন উহা অবশ্যই গতিশীল । কিন্তু
উহার সর্বদা স্থান পরিবর্তন করে না ।



৯৮শ চিত্র ।

৯৮শ চিত্রে একটী কাষ্ঠখণ্ডের উপর
একটী তারের এক প্রান্ত বিন্ধ রাখিয়াছে ।
অপর প্রান্তে আঘাত করিলে উহা অতি
দ্রুত বেগে সম্মুখে ও পশ্চাতে হুলিতে থাকে ।
কিন্তু সমগ্র তারটী স্থানচ্যুত হয় না । এই-

রূপ কোন তারের অণু সকল যখন সম্মুখ
ও পশ্চাদিকে হুলিতে থাকে তখন তাহাদিগকে কম্পিত বলে ।

যখন ঢাক কি ঘণ্টাতে আঘাত করা যায়, তখন ঐ ঢাক কি ঘণ্টার অণু সকল কম্পিত হয়। যখন কোন সঙ্গীতযন্ত্রের তার টানিয়া ছাড়িয়া দেওয়া যায়, তখন তারটি কাঁপিতে থাকে।

এক স্থান হইতে অত্র স্থানে যাইলে যে গতি বলে, সে গতিতে যেমন কার্য্যকরী শক্তি উৎপন্ন হয়, তেমনই কম্পন রূপ গতিতেও কার্য্যকরী শক্তি আছে। কম্পনশীল বস্তুতে অণু সকল এক পার্শ্ব হইতে অপর পার্শ্বে অতি সহর ছলিতে থাকে; এই সময় তুমি যদি উহাদিগকে থামাইতে যাও, উহারা তোমাকে আঘাত করিবে। অপর কোন পদার্থ তাহাদের ছলিবার পথে পড়িলে, তাহাকেও আঘাত করিবে। বায়ুমণ্ডলের বায়ু তাহাদের ছলিবার পথে রহিয়াছে, সুতরাং তাহাতে আঘাত করে। • কম্পনশীল তাবের মাথা বত বার একদিকে ফিরিয়া আসে, তত বারই বাত্মে সেই দিকে আঘাত করে। প্রত্যুত, কম্পনশীল পদার্থ অতি অল্প সময়ের মধ্যে বায়ুতে অনেক বার আঘাত করে। যখন বায়ুতে আঘাত হয়, তখন সেই আহত বায়ু তাহান পরবর্ত্তী বায়ুতে আঘাত করে; আবার এই বায়ু তাহার পরবর্ত্তী বায়ুতে আঘাত করে। ক্রমাগত এইরূপ করিয়া তারের আঘাতটী অনেক দূর পর্য্যন্ত চলিয়া যায়। অবশেষে এই আঘাত তোমার কি আমার কর্ণে পঁহুছে। আমরা কর্ণে আঘাত প্রাপ্ত হই; কিন্তু যেকোন আঘাতে আমাদিগকে ঠেলিয়া ফেলে, এ আঘাত সেরূপ নয়। তজ্জন্ত ইহাকে আঘাত বলে না। বরং আমরা বলি যে, একটা শব্দ আমাদিগের কর্ণে লাগিল—অর্থাৎ আমরা একটা শব্দ শুনিলাম।

৯৬। **নাদ, কোলাহল ও সঙ্গীত।**—যখন কোন পদার্থ বায়ুতে একটা মাত্র আঘাত করে, তখন বায়ু ঐ একটা মাত্র আঘাত কর্ণে লইয়া আসে, ইহাকেই **নাদ** বলে। কামান আওয়াজ করিলে আমরা একটামাত্র শব্দ শুনি, ইহাই নাদ। যদি বায়ুতে অনিয়মিত রূপে কতকগুলি আঘাত হইতে থাকে, তাহা হইলে কর্ণেও সেইরূপ অনিয়মিত আঘাত হয়, ইহাকেই **কোলাহল** বলে। কিন্তু যে পদার্থ বায়ুকে আঘাত করে তাহা যদি কম্পিত হইতে থাকে, তাহা হইলে এক সেকেন্ডের মধ্যে বায়ুতে ঠিক নিয়মিত সময় অন্তর অনেকগুলি আঘাত হয়; বায়ু আমাদের কর্ণে এক সেকেন্ডের মধ্যে ঠিক ততগুলি আঘাত বহন করিয়া লইয়া আসে। তখন আমরা বলি, একটা **সঙ্গীত-ধ্বনি** শুনিলাম। অতএব আমাদের কর্ণে একটা আঘাত লাগিলেই নাদ বলি, কতকগুলি অনিয়মিত আঘাত লাগিলেই কোলাহল বলি, কিন্তু পরে পরে নিয়মিত সময় অন্তর অনেকগুলি ছোট ছোট আঘাত লাগিলেই **সঙ্গীত-ধ্বনি** বলি। যদি কম্পনশীল বস্তু বায়ুতে এক সেকেন্ডে নিয়মিত সময় অন্তর অল্পসংখ্যক আঘাত করে, সুতরাং বায়ুও কর্ণের ভিতর এক সেকেন্ডে অল্পসংখ্যক নিয়মিত আঘাত আনিয়া দেয়, তাহা হইলে **গম্ভীর কোমল স্বর** হইবে। যদি কম্পনশীল বস্তুটা বায়ুতে এক সেকেন্ডে অত্যন্ত অধিক বার আঘাত করে, সুতরাং কর্ণের মধ্যে এক সেকেন্ডে ঠিক তত বার আঘাত হয়, তাহা হইলে অত্যন্ত **উচ্চ তীব্র স্বর** হইবে। অতএব কর্ণের মধ্যে এক সেকেন্ডে **অল্পসংখ্যক**

আঘাত লাগিলে গম্ভীর কোমল স্বর হয়, কিন্তু ঐ সময়ের মধ্যে অত্যন্ত অধিকসংখ্যক আঘাত লাগিলে উচ্চ তীব্র স্বর হয়। এক সেকেন্ডে ২০,০০০ আঘাত লাগিলে অত্যন্ত চড়া স্বর হয়, ৫০টা আঘাত লাগিলে অত্যন্ত নীচ স্বর হয়।

৯৭। শব্দের কার্য্যকরী শক্তি আছে।—

সঙ্গীত-ধ্বনি শুনিতে বড় মধুর, কিন্তু নাদ অর্থাৎ একটা আঘাত শুনিতে ভাল লাগে না; এমন কি ঐ নাদ যদি ভয়ঙ্কর উচ্চ হয়, তাহা হইলে কর্ণের শ্রবণশক্তি পর্য্যন্ত নষ্ট হইতে পারে। কামানের শব্দে কোন ব্যক্তির কর্ণ বধির হইয়া গিয়াছে; এরূপ শব্দ যদি কাচের সার্সির গায়ে লাগে, তাহা হইলে কাচ ভাঙ্গিয়া যায়। কখন কখন বারুদখানায় আগুণ লাগিয়া এমন ভয়ানক শব্দ হইয়াছে যে, নিকটবর্তী গৃহ সমূহের সার্সি প্রভৃতি ভাঙ্গিয়া গিয়াছে। সুতরাং শব্দের কার্য্যকরী শক্তি আছে।

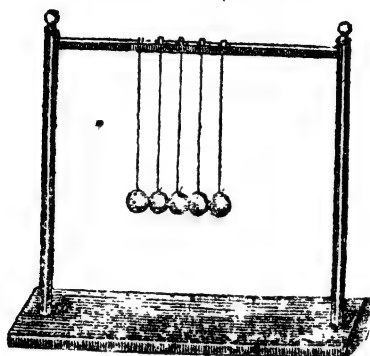
৯৮। শব্দ বহন করিবার জন্য বায়ু আবশ্যক।—

একটা বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্রের আধারপাত্রে একটা বড় কাচপাত্র বসাইয়া উহার ভিতর হইতে বায়ু নিষ্কাশিত কর। এই বায়ুহীন কাচপাত্রের ভিতর ঘণ্টা বাজাইলে কোন শব্দ হইবে না। বায়ু না থাকিতে ঘণ্টার কম্পমান অণুগুলি কিছুতে আঘাত করিতে পারি না, সুতরাং কর্ণেও কোন শব্দ আইসে না। ঘণ্টা কিংবা অন্ত্র কম্পমান বস্তুতে কিয়ৎপরিমাণ কার্য্যকরী শক্তি থাকে, বস্তুটা বায়ুতে ক্রমশঃ ঐ শক্তি দিতে থাকে; বায়ু সেই শক্তি কর্ণে চালিত করে। কিন্তু যদি বায়ু না থাকে, তবে কে কম্পমান বস্তুর কার্য্যকরী শক্তিকে কর্ণে লইয়া আসিবে?

১৯। শব্দ বায়ুর মধ্য দিয়া কি প্রকারে গমন করে?—কম্পমান পদার্থের আঘাত বায়ুতে লাগিলে উহা ক্রমশঃ বায়ু দ্বারা অনেক দূর পর্য্যন্ত নীত হয়, ইহাকেই শব্দ বলে। শব্দের প্রকৃতি সম্বন্ধে কিছু বুঝিতে চেষ্টা করা যাউক। এক মাইল কি দুই মাইল দূরে একটা কামান আওয়াজ করিলে কামানের নিকটবর্তী বায়ুর অণুগুলি আঘাত প্রাপ্ত হইয়া সমস্ত পথ ছুটিয়া আসিয়া কর্ণে আঘাত করে, এমন নহে। কামানের নিকটবর্তী বায়ুভাগের অণুগুলি আঘাত প্রাপ্ত হইয়া তাহার পরবর্তী অণুতে ঐ আঘাত চালিত করিয়াই নিরন্তর হয়; এই পরবর্তী অণু তাহার পরবর্তী অণুতে সেই আঘাত প্রদান করিয়া থামিয়া যায়। আঘাতটী ক্রমাগত এইরূপে চালিত হইয়া কর্ণে আসিয়া পঁহুছে। নিম্নলিখিত পরীক্ষাতে এইটী বেশ পরিষ্কার হইবে।

১৯শ চিত্রে কয়েকটা মার্সেল সূত্র দ্বারা ঝুলান রহিয়াছে। মার্সেলগুলি পরস্পর স্পর্শ করিয়া রহিয়াছে। প্রথম মার্সেলটী একটু পশ্চাদ্ধিকে টানিয়া ছাড়িয়া দিলেই দ্বিতীয় মার্সেলের গায় আঘাত করিয়াই থামিবে, আর সম্মুখ দিকে অগ্রসর হইবে না। দ্বিতীয় মার্সেলটী ঐ আঘাত তৃতীয় মার্সেলকে দিয়া স্বস্থানে দাঁড়াইয়া থাকিবে। তৃতীয় মার্সেলটীও ঐ আঘাত চতুর্থ মার্সেলকে দিয়া স্বস্থানে দাঁড়াইয়া থাকিবে। এইরূপে ঐ আঘাতটী ক্রমাগত চালিত হইয়া শেষ মার্সেলে পঁহুছিবে। শেষ মার্সেলের সম্মুখে আর কোন মার্সেল নাই, সুতরাং শেষ মার্সেলটী আঘাত পাইলেই সম্মুখ দিকে অগ্রসর হইবে। মধ্যবর্তী মার্সেলগুলি কেহই নড়িল না, কেবল শেষের মার্সে-

লটী নড়িল। কামান ছুড়িলে কামানের নিকটবর্তী বায়ুভাগের



১৯শ চিত্র।

অণুগুলি প্রথম মার্ক্সেলের ত্রায় পরবর্তী অণুগুলিতে আঘাত করে। আঘাতটী ক্রমাগত অণু হইতে অণুতে চালিত হয়, কিন্তু কোন অণুই স্থানচ্যুত হয় না। অবশেষে কর্ণের নিকটবর্তী অণুগুলি শেষ মার্ক্সেলের ত্রায় কর্ণের ভিতর আঘাত করে। এখন বুঝা গেল যে, কামানের নিকটবর্তী অণুগুলি সমস্ত পথ চলিয়া আসিয়া কর্ণে আঘাত করে না।

১০০। শব্দের বেগ।—কামানের মুখ হইতে আমাদের কর্ণ পর্য্যন্ত শব্দ আসিতে অবশ্য সময় লাগে। শব্দ খুব দ্রুত ছুটে, এমন কি বন্দুকের গুলির মত ছুটে; কিন্তু যত দ্রুতই ছুটুক, কামানের মুখ হইতে নিমেষের মধ্যে আমাদের কর্ণে আসিতে পারে না। দূরে বন্দুক আওয়াজ করিলে প্রথমে আলোক ও ধূম দেখিতে পাওয়া যায়; কয়েক সেকণ্ড

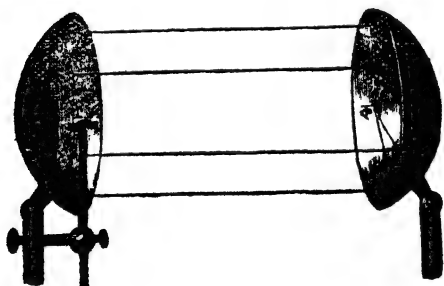
পরে শব্দ শুনিতে পাওয়া যায়। শব্দ শুনিতে যত সেকেন্ডে
বিলম্ব হয়, বন্দুকের মুখ হইতে তোমার কর্ণে শব্দ আসিতে
তত সেকেন্ডে সময় লাগে। বন্দুক ছুড়িবা মাত্র আলোক
দেখিতে পাওয়া যায়, ঠিক সেই মুহূর্ত্ত হইতে যদি সেকেন্ডে গণা
হয়, তাহা হইলে শব্দটি কর্ণে পঁছছিতে কত সময় লাগে তাহা
নিকূপণ করিতে পারা যায়। মনে কর, বন্দুকটি ১১,০০০ ফুট
দূরে এবং আলোক দেখা ও শব্দ শুন্য মধ্য তুমি দশ সেকেন্ডে
গণিলে, তাহা হইলে তুমি অবশ্যই সিদ্ধান্ত করিবে যে, শব্দ ১১,০০০
ফুট যাইতে দশ সেকেন্ডে লাগে—অর্থাৎ শব্দ এক সেকেন্ডে
১,১০০ ফুট যায়। প্রত্যুত, শব্দের বেগ উহাই বটে।

শব্দ বায়ু অপেক্ষা জলের ভিতর দিয়া অধিকতর দ্রুত যায়।
জেনিভা হ্রদে পরীক্ষা করিয়া নিকূপিত হইয়াছে যে, বায়ু অপেক্ষা
জলের মধ্যে শব্দ চারিগুণ অধিক বেগে যায়। কাষ্ঠ ও লৌহের
ভিতর দিয়া শব্দ আরও দ্রুত যায়,—বায়ু অপেক্ষা কাষ্ঠের মধ্য
দিয়া ১০ হইতে ১৬ গুণ অধিক দ্রুত যায়। অনেকগুলি কাষ্ঠখণ্ড
যদি এক ক্রোশ পর্য্যন্ত পর পর সাজান যায় এবং এক ধারে কাণ
রাখিয়া অপর ধারে আঘাত করা যায়, তাহা হইলে সেই আঘা-
তের শব্দ কর্ণে এক সেকেন্ডে পঁছছিতে।

বায়ুর অণু সকল যে প্রণালীতে শব্দ বহন করে, জল
কাষ্ঠ লৌহ প্রভৃতি অপরাপর পদার্থের অণুও সেই প্রণালীতে
বহন করে।

১০১। প্রতিধ্বনি।—মনে কর, চারিদিকে পাহাড়
এমন একটা স্থানের ঠিক মধ্যস্থলে তুমি দাঁড়াইয়াছ। এইখান
হইতে বন্দুক ছুড়িলে উহার শব্দ চারিদিকের পাহাড়ে লাগিবে।

কেবল পাহাড়ে লাগিবে তাহা নহে, আরও কিছু ঘটবে। যখন বায়ুর আঘাত পাহাড়ে লাগিয়া আর অগ্রসর হইতে পারিবে না, তখন সেই আঘাত ফিরিয়া আসিবে; যে রেখাক্রমে শব্দটি গিয়াছিল ঠিক সেই রেখাক্রমে ফিরিবে, এবং বরাবর প্রতি সেকেন্ডে ১,১০০ ফুট বেগে চলিবে। সুতরাং বন্দুকটি ছুড়িবার কয়েক সেকেন্ড পরে ঐ শব্দ তোমার কর্ণে ফিরিয়া আসিবে; তখন তোমার মনে হইবে যেন, পাহাড়ের নিকটে আর একটি বন্দুক ছোড়া হইয়াছে। এই শব্দকেই প্রতিধ্বনি বলে। সুতরাং কোন শব্দ পাহাড়, অট্টালিকা, প্রাচীর প্রভৃতি কোন বাধায় লাগিয়া প্রতিফলিত হইয়া আসিলেই প্রতিধ্বনি হয়। প্রতিধ্বনি শব্দের প্রতিফলন মাত্র। শব্দ যে পথ দিয়া যায়, প্রতিধ্বনি সেই পথ ধরিয়া ফিরিয়া আসে, কিন্তু সকল সমর তাহা হয় না। ২০শ চিত্রে দুইখানি Reflector



২০শ চিত্র।

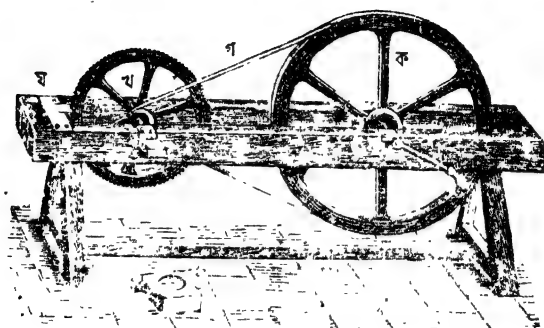
—রিফ্লেক্টর) অর্থাৎ কটাহাকৃতি প্রতিফলক দর্পণ পরস্পর সম্মুখীন ভাবে স্থাপিত হইয়াছে। বাম দর্পণের ঠিক

(Focus ফোকাস) অধিশ্রয়ণ বিন্দুতে একটি ঘড়ি রাখিয়া দক্ষিণ দর্পণের অধিশ্রয়ণ বিন্দুতে কর্ণ পাতিলে বোধ হইবে যে, কর্ণের কাছেই ঘড়িটা টিক্ টিক্ করিতেছে। ইহার কারণ এই যে, ঘড়িটা বায়ুতে যে আঘাত করে, সেই আঘাত বাম দর্পণে লাগিয়া সরল রেখা ক্রমে দক্ষিণ দর্পণের ভিত্তির গায় লাগে। এবং বাম দর্পণের অধিশ্রয়ণ বিন্দু হইতে আঘাতগুলি যে রেখা ক্রমে উহার ভিত্তির গায় লাগিয়াছিল দক্ষিণ দর্পণের ভিত্তিরে গাত্র হইতে ঠিক্ সেইরূপ রেখা দিয়া উহার অধিশ্রয়ণ বিন্দুতে আসিয়া কর্ণে লাগে। এই পরীক্ষায় যে রূপ রেখাক্রমে শব্দের গতি হয়, তাহা চিত্রে প্রদর্শিত হইল।

১০২। এক সেকেন্ডে কোন্ সুরে কত কম্পন হয়, তাহা জানিবার উপায়।—কোন কম্পনশীল পদার্থ এক সেকেন্ডে বায়ুতে অল্পসংখ্যক আঘাত করিলে গম্ভীর কোমল স্বর হয়, আর অধিকসংখ্যক আঘাত করিলে উচ্চ তীব্র স্বর হয়, সুতরাং এক সেকেন্ডে বায়ুতে যত আঘাত হয়, তদনুসারে সুরের তারতম্য হয়। কোন্ সুরে কত আঘাত আবশ্যক তাহা আমরা পরীক্ষা দ্বারা বাহির করিতে পারি।

২১শ চিত্রে দক্ষিণে একটি বৃহৎ বক্র, ক। উহার হাতল রহিয়াছে; এই হাতল দিয়া উহাকে অনায়াসেই ঘুরান যায়। এই চক্রের পরিধিতে খুব শক্ত চামড়া—গ—বেশ আঁটিয়া জড়ান আছে। এই চামড়া ক্ষুদ্রতর খ চক্রের অক্ষেও জড়ান হইয়াছে। ইহাষ্টে এই ফল হইয়াছে যে, ক চক্রখানি একবার ঘুরিলেই খ চক্রের অক্ষ অনেকবার ঘুরে। অক্ষ ঘুরিলে

চক্রও অবশ্য ঘুরিবে; অতএব অক্ষ যতবার ঘুরে, খ চক্রও তত-
বার ঘুরে। সুতরাং ক চক্র একবার ঘুরিলে খ চক্র বহুবার
ঘুরে। য স্থানে এক খণ্ড তাস একরূপ ভাবে বসান আছে
যে, খ চক্র ঘুরিবার সময় উহার প্রত্যেক দাঁত ঐ তাসখানিকে
স্পর্শিত করে।



২১শ চিত্র।

যখনই তাসখানিতে একটি আঘাত হয়, তখনই আমরা
একটিমাত্র শব্দ শুনিতে পাই; কারণ, তাসখানি তখন বায়ুতে
একটি মাত্র আঘাত করে। খ চক্রে যদি ১০০ দাঁত থাকে, তাহা
হইলে চক্রখানি একবার ঘুরিলেই তাসখানিতে ১০০ আঘাত
লাগে। খ চক্র যদি এক সেকেন্ডে একবার ঘুরে তাহা হইলে
এক সেকেন্ডে বায়ুতে ১০০ আঘাত হইবে, সুতরাং ১০০টি শব্দ
শুনিতে পাইব। আমরা প্রত্যেক শব্দটি যে পৃথক্ পৃথক্
বুঝিতে পারিব, তাহা নহে; ঐ ১০০টি শব্দ মিশিয়া একটি
গুপ্তীর শব্দের মত হইবে। ক চক্রের হাতল খুব দ্রুত ঘুরাইয়া

আমরা খ চক্রকে এক সেকেন্ডে ১০০ বার ঘুরাইতে পারি—
প্রতিবারে তাস্থানিতে ১০০টি আঘাত হইবে। সুতরাং এক
সেকেন্ডে তাস্থানিতে সর্বশুদ্ধ $১০০ \times ১০০ = ১০,০০০$ বার
আঘাত লাগিবে। এই ১০,০০০ আঘাত এক সেকেন্ডের মধ্যে
আমাদের কর্ণে লাগিলে অত্যন্ত চড়া সুর বোধ হইবে।

কত আঘাতে কোন্ সুর হয়, তাহা বলিয়া দিবার জন্ত এই
যন্ত্রে একটি ব্যবস্থা আছে। ঘড়ির উপরে যে একখানি চিত্রিত
চাক্তি থাকে তাহাকে ডায়াল বলে,—এই ডায়ালের উপর
কাটা ঘূর্ণিমা সময় বলিয়া দেয়,—এইরূপ একখানি ডায়াল
খ চক্রের গায়ে লাগান আছে (২:১ চিত্রে যন্ত্রটির নিম্নে ঐরূপ
ডায়ালের একটি প্রতিকৃপ দেওয়া হইয়াছে)। তাস্থানি-
কতবার আঘাত হয়, তাহা এই ডায়াল হইতে জানা যায়।
কোন ব্যক্তি তোমাকে একটি সুর শুনাইয়া যদি জিজ্ঞাসা কবে
যে কত আঘাতে এই সুর হয়, তাহা হইলে তুমি এই যন্ত্রের
হাতল ধরিয়া ক্রমশঃ দ্রুতভাবে ঘুরাইয়া যখন তাস হইতে ঠিক
ঐরূপ সুর বাহির করিতে পারিবে, তখন ঘড়ি ধরিয়া এক
মিনিট কিংবা তদপেক্ষা অধিকক্ষণ হাতল ঘুরাইয়া ঠিক ঐরূপ সুর
বাহির করিতে থাকিবে। অপর দিকে আর এক ব্যক্তি ঐ
ডায়ালের উপর নজর রাখিবেন। পরীক্ষার প্রারম্ভে ও শেষে
ডায়ালের কাঁটাটী কোন ঘরে থাকে, তাহা জানিলেই পরীক্ষা-
কালে তাস্থানি কতবার আঘাত পাইয়াছে তাহা জানা যায়।
যদি ঠিক এক মিনিট ধরিয়া পরীক্ষা হয় এবং পরীক্ষান্তে দেখা
যায় যে, তাস্থানি ৬০,০০০ বার আঘাত পাইয়াছে, তাহা হইলে
বুঝিতে হইবে যে, প্রতি সেকেন্ডে ১,০০০ বার আঘাত হই-

রাছে সূতরাং তুমি তোমার প্রস্রবর্ত্তাকে উত্তর দিবে যে. এক সেকেন্ডে ১,০০০ বার আঘাত করিলে যে সুর হয়, আপনি সেই সুর দিরাছেন।

পঞ্চম অধ্যায়।

প্রথম পরিচ্ছেদ।

তাপ। (প্রথম প্রস্তাব)

১০৩। তাপের প্রকৃতি।—গতিশীল পদার্থের কাণ্ডাকরী শক্তি আছে এবং কম্পমান পদার্থেরও কার্যকরী শক্তি আছে। কিন্তু কম্পমান পদার্থ স্থানচ্যুত না হইয়া স্বস্থানে স্থির থাকে, অথচ তাহার অণুগুলি ক্রমাযুযে সম্মুখ ও পশ্চাদিকে চলিতে থাকে।

তাপ কি? একটী লৌহের গোলা এমন উত্তপ্ত কর যে লালবর্ণ হইয়া উঠে। এই উত্তপ্ত অবস্থায় লৌহের গোলাটী তুলানো ও গুজন কর। তাপ বলিয়া যদি কোন পদার্থ গোলাটির মধ্যে প্রবেশ করিয়া উহাকে উত্তপ্ত করিয়া থাকে, তাহা হইলে এই উত্তপ্ত অবস্থায় গোলাটির যত ভার হইল, শীতল হইলে অবশ্যই তদপেক্ষা কম হইবে। কিন্তু যতই সূক্ষ্মরূপে পরীক্ষা কর, উত্তপ্ত গোলা শীতল হইলে যে লঘু হয় তাহা কিছুতেই প্রমাণিত হইবে না।

মনে কর, তুমি একটি অতি সূক্ষ্ম তুলাদণ্ডের একটি পাল্লায় বসিয়া ওজন হইলে। এই সময় যদি তোমার কাণে একটু জল ঢুকে, তাহা হইলে অবশ্যই তোমার ভার একটু বাড়িবে। কিন্তু মনে কর, জল না ঢুকিয়া একটি শব্দ ঢুকিল। কৈ, শব্দ ঢুকিলে ত তোমার ভার একটুও বাড়ে না? শব্দ কর্ণে প্রবেশ করিয়া কর্ণপটহকে আঘাত করিয়া কম্পিত করে, তাহাতেই তুমি শব্দ শুনিতে পাও; কিন্তু তাহাতে তোমার ভার বাড়ে না। তবেই, কর্ণে জল ঢুকিলে একটি পৃথক পদার্থ তোমার শরীরে প্রবেশ করে বলিয়া ভার বৃদ্ধি হয়; কিন্তু শব্দ ঢুকিলে কোন পৃথক পদার্থ প্রবেশ করে না, কেবল একপ্রকার **দোলায়মান গতি** প্রবেশ করে, সুতরাং ভার বৃদ্ধি হয় না। তাপপ্রাপ্ত পদার্থেও কি এইরূপ কিছু ঘটিতে পারে না? ওজন করিয়া দেখা গিয়াছে যে, পদার্থের মধ্যে তাপ প্রবেশ করিলে উহার ভার অণুমাত্র বৃদ্ধি হয় না; তবে কি আমরা এমন ভাবিতে পারি না যে, পদার্থের মধ্যে তাপ প্রবেশ করিলে কোন প্রকার **দোলায়মান গতি** প্রবেশ করে? বাস্তবিক, তাপ যে এক প্রকার **দোলায়মান গতি** তাহা ভাবিবার বিশেষ কারণ আছে। কোন পদার্থ তাপপ্রাপ্ত হইলে উহার অতি সূক্ষ্ম অণুগুলি স্বস্থানে ঘূর্ণিতে থাকে অথবা সম্মুখ ও পশ্চাদিকে ছলিতে থাকে। কিন্তু এই অণুগুলি এত সূক্ষ্ম এবং উহাদের ঘূর্ণায়মান কি **দোলায়মান গতি** এত দ্রুত হয় যে, পদার্থটির মধ্যে কি ঘটিতেছে, তাহা চক্ষুতে দেখা যায় না।

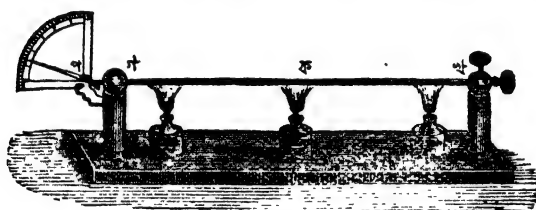
এখন প্রশ্ন হইতে পারে যে, যদি কোন পদার্থ তাপ প্রাপ্ত হইলে উহার অণুগুলি অত্যন্ত দ্রুত কাঁপিতে থাকে, তবে উহা

হইতে শব্দ নির্গত হয় না কেন? কম্পমান পদার্থ যেমন চতুঃপার্শ্বস্থ বায়ুতে আঘাত করে, তাপপ্রাপ্ত পদার্থের কম্পমান অণুগুলি বায়ুতে সেইরূপ আঘাত করে না কেন? ইহার উত্তর এই যে, বৈজ্ঞানিক পণ্ডিতেরা যে ইথার নামক একরূপ পদার্থ জগন্ময় ব্যাপিয়া আছে বলিয়া অনুমান করেন, সেই ইথার-পদার্থে তাপপ্রাপ্ত পদার্থের কম্পমান অণুগুলি অনবরত আঘাত করিতে থাকে; সে আঘাত এরূপ যে কর্ণে লাগে না, কিন্তু চর্মে ও চক্ষুতে লাগে। চর্মে লাগিলে তাপ এবং চক্ষুতে লাগিলে আলোকের অনুভব হয়। যখন তাপপ্রাপ্ত পদার্থের অণু সকলের কম্পন তত অধিক হয় না, তখন ইথার সেই কম্পনের আঘাত বহন করিয়া কেবল চর্মে দেয়; কিন্তু যখন ঐ কম্পন অত্যন্ত অধিক হয়, তখন তাহার আঘাত চর্ম এবং চক্ষু উভয়েতেই লাগে। একটা শব্দায়মান বস্তু ও একটা তাপপ্রাপ্ত বস্তু, এতদ্বয়ের মধ্যে কত সাদৃশ্য তাহা দেখা গেল। উভয় পদার্থেরই অণুগুলি অত্যন্ত দ্রুত কাঁপিতে থাকে; শব্দায়মান পদার্থের অণু চতুর্দিকস্থ বায়ুতে আঘাত করে এবং বায়ু সেই আঘাত বহিয়া কর্ণে লইয়া যায়, তাপপ্রাপ্ত পদার্থের অণু চতুর্দিকস্থ ইথারে আঘাত করে এবং ইথার সেই আঘাত বহিয়া চর্ম এবং চক্ষুতে লইয়া যায়। সুতরাং শব্দায়মান পদার্থ সম্বন্ধে পরীক্ষা করিবার সময় আমরা যেমন কর্ণ ব্যবহার করিয়াছি, তেমনই তাপপ্রাপ্ত পদার্থ সম্বন্ধে পরীক্ষা করিবার সময় আমরা চর্ম ও চক্ষু ব্যবহার করিব।

১০৪। তাপে পদার্থ প্রসারিত হয়।—যখন কোন পদার্থ তাপপ্রাপ্ত হয়, তখন উহা চারিদিকে প্রসারিত হইতে

থাকে। ইহা প্রমাণ করিবার জন্ত আমরা একটি কঠিন, একটি জ্বব এবং একটি বায়বীয় পদার্থ উত্তপ্ত করিব।

২২শ চিত্রে একটি লম্বা লৌহদণ্ড খ প্রান্তে ক্ষু দ্বারা দৃঢ়রূপে আবদ্ধ রহিয়াছে, গ প্রান্তে আবদ্ধ নহে। দণ্ডটি যদি কোন কারণে বাড়ে, তাহা হইলে গর দিকে বাড়িতে কোন বাধা নাই। কিন্তু গর দিকে অণুমাত্র বাড়িলে দণ্ডটি প প্রদর্শকের উপর গিয়া পড়িবে, সুতরাং দণ্ডটি যতই বাড়িবে প প্রদর্শক উহার



২২শ চিত্র।

চাপে ততই উপর দিকে উঠিবে। এই লৌহদণ্ডের নিম্নে দুই তিনটি জলস্ত্র প্রদীপ রাখ। প্রদীপের উত্তাপে দণ্ডটি যতই প্রসারিত হইবে, প প্রদর্শকটি ততই উপরে উঠিতে থাকিবে। যদি প্রদীপগুলি সরাইয়া লও, দণ্ডটি শীতল হইতে থাকিবে; এবং কয়েক মিনিটের মধ্যেই প্রদর্শকটি পূর্ব স্থানে পড়িয়া যাইবে।

তলদেশে একটি গোলাকার কুণ্ডবিশিষ্ট কাচনলের ভিতর জল ঢালিয়া কুণ্ডটি মাত্র পূর্ণ কর। কুণ্ডের নিম্নে তাপ দিলেই কুণ্ড ছাপাইয়া জল নলের মধ্যে প্রবেশ করিবে। এই পরীক্ষাতে কাচকুণ্ড ও জল উভয়ই প্রসারিত হয় বটে, কিন্তু জল অপেক্ষা

কুণ্ডের বৃদ্ধি অনেক অল্প হয় বলিয়া দেখা যায় না। জল এত জোরে বাড়িতে থাকে যে, কুণ্ডের মুখে নলটি না থাকিলে কুণ্ডটি ভাঙ্গিয়া ফেলিত।

যদি একটা রবারের ছোট থলির মধ্যে তিনের দুই ভাগ বায়ু পূরিয়া অগ্নির উপর ধরিয়া চারিদিক ঘূরাইতে থাক, তাহা হইলে অতি অল্প সময়ের মধ্যেই বায়ু প্রসারিত হইয়া থলিটি ফুলাইয়া তুলিবে।

১০৫। তাপমান যন্ত্র।—তাপপ্রাপ্ত হইলে কি কঠিন কি দ্রব, কি বায়বীয় সকল প্রকার দ্রব্যই প্রসারিত হয়। ২৩শ চিত্রে যে লম্বা কুণ্ড-বিশিষ্ট কাচনল দেখা যাইতেছে, উহার মধ্যে পারদ দিয়া তাপ প্রদান করিলে পারদ প্রসারিত হইয়া কুণ্ড ছাপাইয়া নলের মধ্যে উঠিবে। এস্থলে কুণ্ড এবং পারদ উভয়ই প্রসারিত হয়। যদি কুণ্ড এবং পারদ সমান পরিমাণ বাড়িত, তাহা হইলে পারদ যত বাড়িত, কুণ্ডও তত বাড়িত; সুতরাং পারদ কুণ্ডকে ছাপাইতে পারিত না। কিন্তু প্রকৃত পক্ষে পারদ কুণ্ড অপেক্ষা অনেক অধিক বাড়ে, সুতরাং পারদ কুণ্ডকে ছাপাইয়া নলের মধ্যে স্থান করিয়া লয়। নলের ছিদ্র অতি সূক্ষ্ম, সুতরাং পারদ অতি অল্প বাড়িলেই ছিদ্রের মধ্যে অনেক দূর উঠে, এবং বেশ দেখিতে পাওয়া যায়। নলের অন্তর্গত পারদ এত অল্প তাপে প্রসারিত হয় এবং এত অল্প শৈত্যে সঙ্কুচিত হয় যে, হাতের গরম পাইলেই উহা ছিদ্রের মধ্যে দ্রুত উঠিয়া পড়ে এবং শীতল বায়ু একটু লাগিলেই নামিয়া পড়ে। কোন বস্তু অপর বস্তু অপেক্ষা উষ্ণ অথবা শীতল, তাহা আমরা স্পর্শ করিয়া তত স্পষ্ট বুঝিতে নাও পারি, কিন্তু এইরূপ যন্ত্র

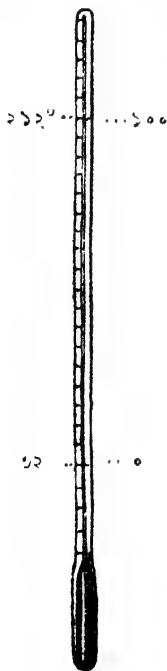
দ্বারা অতি সহজেই বেশ স্পষ্টরূপে বুঝিতে পারি। মনে কর, একটি জলপূর্ণ কটাছে এই যন্ত্র কয়েক মিনিট রাখিলে নলের মধ্যে যতদূর পারদ উঠিল, সেইখানে একটি দাগ দিলাম। আর একটি কটাছে যন্ত্রটী দিলাম। যদি এই কটাহের জল প্রথম কটাহের জল অপেক্ষা গরম হয়, তাহা হইলে পারদ পূর্বকৃত দাগের উপরে উঠিবে; কিন্তু যদি শীতল হয়, তাহা হইলে দাগের নিম্নে নামিয়া পড়িবে। সুতরাং নলের অভ্যন্তরে পারদের উচ্চতার হ্রাস বৃদ্ধি দেখিয়া কোন কটাহের জল গরম এবং কোন্ কটাহের জল ঠাণ্ডা, তাহা আমরা অনায়াসে বলিতে পারি। এই যন্ত্রকে তাপমাত্রা কণিকা

১০৬। কিরূপে তাপমাত্রা প্রস্তুত করে?—কাচের কারিকর দ্বারা এমন একটি কাচনল প্রস্তুত করিয়া লও যে, উহার এক মুখে একটি গোল অথবা লম্বা কুণ্ড থাকে, নলের ভিতরের ছিদ্র নিঃশূন্য হইয়া থাকে, এবং মুখ খোলা থাকে। কুণ্ডেব তলায় উদ্ভাপ দিলে কুণ্ড ও নলের মধ্যে যে বায়ু আছে, তাহা গরম হইয়া প্রসারিত হইবে, এবং কিয়দংশ বাহির হইয়া যাইবে। এই গরম অবস্থায় নলটী উপুড় করিয়া কোন পাত্রস্থ পারদে ডুবাইলে কিঞ্চিৎ পারদ নলের মধ্যে উঠিয়া পড়িবে; কারণ কিয়দংশ বায়ু বাহির হওয়াতে যখন কুণ্ডস্থ বায়ু শীতল হইবে, তখন কুণ্ডের ভিতর কিঞ্চিৎ স্থান শূন্য হইয়া পড়িবে। পাত্রস্থ পারদ এই শূন্য স্থান অধিকার করিবার জন্ত অবশ্যই কুণ্ডের মধ্যে প্রবেশ করিবে। কিন্তু এখনও কুণ্ড এবং নলের মধ্যে কিয়ৎপরিমাণ বায়ু রহিল। এখন একটি প্রদীপের শিখার উপরে কুণ্ড ও নল সমস্ত গরম করিতে থাক; পারদ

শীঘ্রই ফুটিয়া উঠিবে। তখন পারদের বাষ্প সমস্ত বায়ু তাড়াইয়া দিয়া কুণ্ড এবং নলের তিতর সমস্ত স্থান অধিকার করিয়া ফেলিবে। এই সময় নলের খোলা মুখটী আবার কোন পাত্রস্থ পারদে ডুবাইলে পারদবাষ্প শীতল হইয়া সঙ্কুচিত হইবে এবং পাত্রস্থ পারদ কুণ্ড ও নলের অন্তর্গত শূণ্য স্থান অধিকার করিয়া লইবে। এখন কুণ্ড এবং নল পারদে পূর্ণ হইল। তিতরের পারদ গরম থাকিতে থাকিতে নলের মুখ গলাইয়া বন্ধ করিয়া ফেলিলেই নলের মধ্যে বায়ু আর প্রবেশ করিতে পারিবে না।

এখন একটী বায়ু বরফের গুঁড়া পূরিয়া এই পারদপূর্ণ নলটী তন্মধ্যে বসায়। যখন বায়ুর বরফ গলিতে আরম্ভ করিবে, ঠিক সেই সময় নলের মধ্যে পারদ যেখানে নামিয়া পড়িবে সেইখানে একটী দাগ দিয়া রাখ। বরফ যখন গলিতে আরম্ভ করে তখন যেক্রপ শীতল থাকে, কোন পদার্থ সেইক্রপ শীতল হইলে তাহার মধ্যে নলটী বসাইয়া দিলে পারদ ঠিক ঐ দাগ পর্য্যন্ত নামিবে; তদুপরে উঠিবে না, তন্নিম্নেও নামিবে না। আবার একটী কটাহে জল গরম করিয়া যখন জল ফুটিতে থাকিবে, তখন সেই ফুটন্ত জলে পারদপূর্ণ নলটী ডুবাইয়া দাও। এই সময় পারদ বতদূর উঠিল, ঠিক সেইখানে একটী দাগ দাও। যে কোন পদার্থ ফুটন্ত জলের সমান গরম হইবে, তাহাতে নলটী নিম্ন করিলেই পারদ এই দাগ পর্য্যন্ত উঠিবে, ইহার উপরেও উঠিবে না, নিম্নেও নামিবে না। এখন নলটীর গাত্রে ছইটী দাগ পাওয়া গেল। দ্রবমান বরফে ডুবাইয়া যে দাগ দিয়াছ, তাহার নাম **দ্রবণাক্ষ**; আর ফুটন্ত জলে ডুবাইয়া যে দাগ দিয়াছ, তাহার নাম **স্ফুটনাক্ষ**। দ্রবণাক্ষে যেমন বরফ গলিয়া জল হয়,

তেমনই জল জমিয়া বরফ হয়, এই জন্ত উহাকে দ্রবণাক্ষ ব্যতীত সজ্জাতাক্ষ অথবা সান্দ্রায়নাক্ষ বলা যাইতে পারে। এই দুই দাগের অন্তর্গত ভাগকে ১০০ সমানভাগে বিভক্ত করিয়া দাগ দিলে এক এক দাগ এক এক ডিগ্রি অর্থাৎ তাপাংশ হইবে। সর্বনিম্ন দাগটিকে ০ তাপাংশ এবং সর্বোচ্চ দাগটিকে ১০০ তাপাংশ কহে। এই এক শত ভাগে বিভক্ত তাপমান যন্ত্রকে (Centigrade—সেন্টিগ্রেড) শতাংশিক তাপমান বলে। বৈজ্ঞানিক পরীক্ষাতে



২৩শ চিত্র।

এইরূপ তাপমানের অধিক ব্যবহার। তাপাংশ লিখিতে হইলে, 0° , 82° , 100° , 32° —এইরূপ লিখিতে হয়। কোন পদার্থের যত তাপাংশ তাহার সংখ্যার উপর একটা ক্ষুদ্র (•) শূন্য বসাইতে হয়। যদি 0° তাপাংশের নিম্নে কোন তাপাংশ লিখিতে হয়, তাহা হইলে -1° , -10° , -52° এইরূপ লিখিতে হয়, অর্থাৎ শূন্যের নিম্নে যত তাপাংশ নামিবে সেই সংখ্যার পিছনে একটা (-) ঋণের চিহ্ন দিতে হয়। বিনাতে ও আমাদের দেশে সচরাচর যে তাপমান ব্যবহৃত হয় তাহার দ্রবণাক্ষ— 32° এবং ক্ষুটনাক্ষ— 212° । সুতরাং এই দুই চিহ্নের মধ্যভাগ ১৮০ ভাগে বিভক্ত হইয়াছে। ইহাকে (Fahrenheit—ফারেনহীট) তাপমান বলে। ২৩শ

চিত্রে একটি ফারেনহীট তাপমান অঙ্কিত হইয়াছে। দক্ষিণ দিকে সেন্টিগ্রেড ও বামদিকে ফারেনহীট তাপমানের দ্রবণাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক প্রদর্শিত হইয়াছে। ফারেনহীট তাপমানে স্নায়ু মনুষ্যের রক্তের তাপ ৯৮.৪° । জ্বর হইলে রক্তের তাপ বাড়ে; সাধারণ জ্বরে তাপ ১০৩° । ১০৪° হয়, প্রবল হইলে ১০৬° ডিগ্রির উপরেও উঠে। আজি কালি ডাক্তার মাত্রই ফারেনহীট তাপমান দিয়া জ্বরের পরিমাণ নিরূপণ করেন। আমাদের দেশে শীতকালে বায়ু প্রায় ৭০° উষ্ণ থাকে, গ্রীষ্মকালে কখন কখন ৯২° । ৯৬° হয়। ●

১০৭। কতকগুলি কঠিন পদার্থের পরিমাণ সম্বন্ধে একটি তালিকা।—পূর্বে যে প্রণালীতে কঠিন পদার্থের প্রসারণ প্রমাণিত হইয়াছে, সেই প্রণালীতে কাচ অথবা ধাতুনির্মিত দণ্ডে ১০০° তাপাংশ পর্য্যন্ত কতটুকু পরিমাণে প্রসারিত হয়, তাহা নিরূপিত হইয়াছে।

১০০,০০০ ইঞ্চি দৈর্ঘ্য একটি দণ্ড
দ্রবণাঙ্ক হইতে স্ফুটনাঙ্ক পর্য্যন্ত
যে পরিমাণে প্রসারিত হয়।

কাচ	...	...	৮৫ ইঞ্চি
তাম্র	...	...	১৭১ "
পিত্তল	...	...	১৮৮ "
কোমল লৌহ	...	...	১২০ "
ঢালা লৌহ	...	...	১০৯ "
ইস্পাত	...	...	১১৪ "
সীসা	...	...	২৮২ "

টিন	...	...	১৯৬ ইঞ্চি
রৌপ্য	...	...	১৯২ ”
স্বর্ণ	...	...	১৪৪ ”
প্লাটিনাম	...	...	৮৭ ”
দস্তা	...	...	২৯৮ ”

১০৮। দ্রব পদার্থের প্রসারণ সম্বন্ধে নিয়ম।—

দ্রব পদার্থে দণ্ড নির্মিত হইতে পারে না, সুতরাং দ্রবণাক্ষের ১০০,০০০ সেরে স্ফুটনাঙ্কে কত সের বাড়ে তাহাই নিরূপণ করা যাইতে পারে। পারদ ১,৮১৫ সের, জল ৪,৩১৫ সের বাড়ে।

পরীক্ষা দ্বারা নিরূপিত হইয়াছে যে, সমপরিমাণ তাপ বৃদ্ধিতে কঠিন অপেক্ষা দ্রব পদার্থ অধিক প্রসারিত হয়, এবং দ্রব পদার্থ নিম্ন তাপাংশ অপেক্ষা উচ্চ তাপাংশে অধিকতর শীঘ্র প্রসারিত হয়।

১০৯। বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ সম্বন্ধে নিয়ম।—

বায়বীয় পদার্থ তাপ পাইলে অত্যন্ত অধিক প্রসারিত হয়; কিন্তু একটা কথা স্মরণ রাখিতে হইবে যে, তাপ ব্যতিরিক্ত অপর কারণেও বায়বীয় পদার্থ প্রসারিত হয়। পূর্বে দেখা গিয়াছে যে, একটা বৃহৎ বায়ুপূর্ণ পাত্রের মধ্যে একটা রবারের থলি রাখিয়া বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্র দ্বারা বৃহৎ পাত্রের বায়ু বাহির করিতে থাকিলে রবারের থলি ফুলিতে থাকে; বায়ুর চাপ কমিয়া যাওয়াতেই এরূপ ফুলে। সুতরাং কোন বায়বীয় পদার্থ তাপ পাইলে কত প্রসারিত হয়, তাহা স্থির করিতে হইলে পরীক্ষাকালে বায়ুর চাপের কোন পরিবর্তন না হয়

তৎপক্ষে সাবধান হওয়া আবশ্যক। একরূপ পরীক্ষা খোলা বাতাসে করাই ভাল, কারণ বায়ুমণ্ডলের চাপ প্রায়ই সমান থাকে। পরীক্ষা করিয়া দেখা গিয়াছে যে, যদি একটি থলের ভিতর কিছু বায়ু পূরিলে দ্রবণাঙ্কে ১,০০০ ঘন ইঞ্চি আয়তন হয়, তাহা হইলে স্ফুটনাঙ্কে উহা ফুলিয়া ১,৩৬৭ ঘন ইঞ্চি হইবে। যখন থলেটির ১,০০০ ঘন ইঞ্চি আয়তন, তখন যদি কোন পাত্রে বরফের ত্রায় শীতল জলে উহা ডুবান যায়, তাহা হইলে পাত্রে মধ্য ১,০০০ ঘন ইঞ্চি পরিমাণ স্থান ব্যাপিয়া জল ফাঁপিয়া উঠিবে; কিন্তু যদি পাত্রে শীতল জলের পরিবর্তে ফুটন্ত জল থাকে এবং তাহার মধ্য ঐ ১,০০০ ঘন ইঞ্চি আয়তনের থলেটি ডুবান হয়, তাহা হইলে ১,৩৬৭ ঘন ইঞ্চি স্থান ব্যাপিয়া জল ফাঁপিয়া উঠিবে।

তাপ পাইলে প্রায় সর্বপ্রকার বায়বীয় পদার্থ একই পরিমাণ বাড়ে।

১১০। তাপের প্রসারণী শক্তির কয়েকটি দৃষ্টান্ত।—

দ্রব এবং কঠিন পদার্থ অত্যন্ত জোরে প্রসারিত হয়। একটি ফাঁপা লৌহ গোলকের ভিতর জল পূরিয়া কুঁ দিয়া আঁটিয়া উত্তপ্ত কর; জলের প্রসারণী শক্তিতে গোলকটি ভাঙ্গিয়া যাইবে।

লৌহনির্মিত সেতু প্রভৃতিতে লৌহের বাড়িবার স্থান রাখা নিতান্ত আবশ্যক; নতুবা গ্রীষ্মকালে যখন লৌহ বাড়িতে থাকিবে, তখন লৌহের প্রসারণী শক্তিতে সেতু ভাঙ্গিয়া যাইতে পারে।

পদার্থ সকল তাপ প্রাপ্ত হইলে প্রসারিত হয় এবং শীতল হইলে সঙ্কুচিত হয়, এই উপায়েই গাড়ির চাকায় লৌহের বেড় পরান হয়। লৌহের বেড় খানি খুব উত্তপ্ত করিলে প্রসারিত

হইয়া চক্রের চারিদিকে সহজেই লাগে। যদি তাহার পর বেড় খানি হঠাৎ শীতল করিয়া ফেলা যায়, তাহা হইলে উহা সমুচিত হইয়া চক্রের গায়ে আটিয়া বসে।

১১১। আপেক্ষিক তাপ।—এক ডিগ্রি তাপ বাড়াইতে কোন পদার্থে অধিক তাপ লাগে, কোন পদার্থে অল্প তাপ লাগে। কোন পদার্থ এক সের পরিমাণ লইয়া উহার তাপ এক ডিগ্রি বাড়াইতে যত তাপ লাগে, সেই তাহার আপেক্ষিক তাপ। জলের আপেক্ষিক তাপ অত্যন্ত অধিক, অর্থাৎ এক সের জলের তাপ এক ডিগ্রি বাড়াইতে যত তাপ আবশ্যক, জগতের প্রায় অপর কোন পদার্থের পক্ষে তত তাপ আবশ্যক হয় না। এক সের জলের এক ডিগ্রি তাপ বাড়াইতে যত তাপ লাগে, তাহাতে ৯ সের লৌহ, ১১ সের দস্তা অথবা ৩০ সের পারদ কিংবা স্বর্ণের এক ডিগ্রি তাপ বাড়িতে পারে।

জলের আপেক্ষিক তাপ কত অধিক, তাহা বুঝাইবার জন্য এই পরীক্ষাটী করা যাইতেছে।—দুই সের পারদ স্ফুটনাক্ষ পর্যন্ত উত্তপ্ত করিয়া সাধারণ তাপের এক সের জলের সহিত মিশ্রিত কর। এই মিশ্রিত পদার্থে একটী তাপমান দিলে দেখিতে পাইবে যে, মিশ্রণের পূর্বে জলের যত তাপ ছিল, মিশ্রণের পরে তাহার উপর পাঁচ ডিগ্রি মাত্র বাড়িয়াছে।

১১২। তাপে পদার্থের অবস্থা পরিবর্তিত হয়।—পদার্থের তিন অবস্থা—কঠিন, দ্রব ও বায়বীয়। পদার্থ সকল উত্তপ্ত হইলে কঠিন হইতে দ্রব এবং দ্রব হইতে বায়বীয়

অবস্থায় পরিণত হয়। বরফ, জল ও জলীয় বাষ্প তিনটাই একই পদার্থ; কেবল বরফ উষ্ণ হইয়া জল হয়, এবং জল উষ্ণ হইয়া বাষ্প হয়। অপরাপর পদার্থের ঠিক এইরূপ পরিবর্তন হয়। এক খণ্ড দস্তা লইয়া তাপ দিতে থাক, ক্রমশঃ গলিয়া দ্রব হইবে; আরও উত্তাপ দিলে বাষ্পাকারে উড়িয়া যাইবে। লৌহ, ইম্পাত প্রভৃতির ত্রায় অতি কঠিন পদার্থও গলাইয়া পরিশেষে বাষ্পাকারে পরিণত করা যায়। তড়িৎ নামে যে অদ্বুত শক্তি আছে তাহা যাবতীয় পদার্থকেই এত অধিক উত্তপ্ত করিতে পারে যে, সম্ভবতঃ পৃথিবীর সমস্ত পদার্থই সে উৎকট উত্তাপে বায়বীয় অবস্থায় পরিণত হইতে পারে।

আবার, অপর দিকে পদার্থের তাপ কমাইলে ক্রমশঃ বায়বীয় হইতে দ্রব এবং দ্রব হইতে কঠিন হয়। কিন্তু আমরা পৃথিবীর সকল পদার্থকেই যে, তত শীতল করিতে পারি, তাহা নহে। খাঁটি সুরাসারকে অদ্যাপি কঠিন অবস্থায় আনিতে পারা যায় নাই। ইহার কারণ আর কিছুই নহে—সুরাসার যত শৈত্যে জমিয়া কঠিন হইতে পারে, আমরা তত শৈত্য উৎপাদন করিতে অদ্যাপি কোন উপায় পাই নাই। বায়ুকে এতকাল কেহ দ্রব করিতে পারে নাই, কিন্তু সংপ্রতি প্রভূত চাপ ও শৈত্যের উপায়ে উহাকে দ্রব করা গিয়াছে। তাপের হ্রাস ব্যতিরিক্ত শৈত্যের অন্ত কোন অর্থ নাই। কোন পদার্থের তাপ অল্প হইলে শীতল বলে; তাপ আরও কমিলে আরও শীতল বলে। কিন্তু কোন পদার্থ যতই শীতল হউক না, তাহাতে কিছু তাপ থাকিবেই। স্পর্শজ্ঞান দ্বারা এবিষয়ে বিচার করিলে চলিবে না। তাপমান দ্বারা পরীক্ষা করিয়া

সমান তাপের দুইটা বস্তু স্পর্শ কর; হয়ত, একটা অপরটা অপেক্ষা শীতল বোধ হইবে। তোমার এক হস্ত শীতল জলে ও অপর হস্ত উষ্ণ জলে কিয়ৎক্ষণ রাখিয়া, দুই হস্ত একেবারে সাধারণ তাপের জলে ডুবাইও; দেখিবে, এই একই জল এক হস্তে শীতল ও অপর হস্তে উষ্ণ বোধ হইবে। সুতরাং তাপমান ব্যতীত বস্তু সকলের তাপ বিচার করিতে গেলে ভ্রম হইবার সম্ভাবনা। আর ইহাও স্মরণ রাখা আবশ্যক যে, শৈত্য কোন পৃথক্ শক্তি নহে, তাপের হ্রাসই শৈত্য।

যদি অত্যধিক পরিমাণ তাপ হরণ করিতে পারা যায়, তাহা হইলে সম্ভবতঃ সমস্ত পদার্থই কঠিন হইতে পারে; আর যদি অত্যধিক পরিমাণ তাপ প্রয়োগ করা যায়, তাহা হইলে সম্ভবতঃ সমস্ত পদার্থই প্রথমতঃ দ্রব এবং পরিশেষে বায়বীয় অবস্থায় পরিণত হইতে পারে। কিন্তু ভিন্ন ভিন্ন পদার্থের পক্ষে ভিন্ন ভিন্ন পরিমাণ তাপ হ্রাস ও বৃদ্ধি করিতে হয়। বরফ অতি অল্প তাপেই সহজে গলে, টিন কিংবা সীসা দুই তিন শত ডিগ্রি উত্তপ্ত না হইলে গলে না; লৌহ গলাইতে সীসা অপেক্ষা অধিক উত্তাপ লাগে; তদপেক্ষাও অধিক উত্তাপ না হইলে প্লাটিনম্ গলে না। কোন পদার্থ যত ডিগ্রি উত্তাপ পাইলে দ্রব হয়, সেই ডিগ্রিকে ঐ পদার্থের **দ্রবণাক্ষ** বলে।

নিম্নলিখিত তালিকাতে কতকগুলি নিত্য প্রয়োজনীয় পদার্থের দ্রবণাক্ষ প্রদত্ত হইল।

বরফ	...	...	...
টিন	...	...	২৩৫°
সীসা	...	...	৩২৫°

রৌপ্য	...	...	...	১,০০০°
বর্ণ	...	...	...	১,২৫০°
লৌহ	....	...	...	১,৫০০°

প্লাটিনম ও অঙ্গার কত ডিগ্রিতে গলে, তাহা অদ্যাপি নিরূপিত হয় নাই। অত্যন্ত উৎকট অগ্নিতেও অঙ্গার কঠিন অবস্থায় থাকে। কলিকাতা অঞ্চলে লোকে লৌহের শীক দিয়া চুল্লী প্রস্তুত করিয়া পাথুরিয়া কয়লাতে রন্ধনাদি করে। কয়লা পুড়িয়া শীকের মধ্য দিয়া চুল্লীর নিম্নে পড়িয়া যায়; চুল্লীতে যতই উৎকট উত্তাপ হউক না, শীকের মধ্য দিয়া কয়লা দ্রব হইয়া গলিয়া পড়িতে কেহ কখন দেখে নাই।

উত্তাপে সকল পদার্থের মধ্যে একই প্রকার পরিবর্তন ঘটে; অর্থাৎ যদি আমরা অত্যন্ত নিম্ন তাপ পাইতে পারি, তাহা হইলে পৃথিবীস্থ সমস্ত পদার্থই বরফের ন্যায় কঠিন হয় এবং যদি আমরা অত্যন্ত উচ্চ তাপ পাইতে পারি, তাহা হইলে পৃথিবীস্থ সমস্ত পদার্থই জলীয় বাষ্পের স্থায় বাষ্প হয়। প্রত্যুত, কঠিন দ্রব ও বায়বীয়—পদার্থের এই তিন অবস্থার মধ্যে যে পরিবর্তন ঘটে, তাহা সকল পদার্থের পক্ষেই সমান।

১১৩। জলের প্রচ্ছন্ন তাপ।—খানিকটা বরফ গুঁড়া করিয়া তন্মধ্যে তাপমান দিয়া দেখা গেল, উহার তাপ 0° তাপাংশের কুড়ি ডিগ্রি নিম্নে। এখন এই বরফে তাপ প্রদান করিলে অপরাপর কঠিন পদার্থের স্থায় উহার তাপ ক্রমশঃই উপরে উঠিবে; কিন্তু 0° ডিগ্রিতে আসিয়া পহুছিলে যতক্ষণ সমস্ত বরফ গলিয়া না যায়, ততক্ষণ যতই তাপ দাও, তাপ বৃদ্ধি হইবে না। যখন সমস্ত বরফ গলিয়া জল হইবে, তখন সে

জলেরও তাপ প্রথমতঃ 0° ডিগ্রি থাকিবে। -20° হইতে 0° ডিগ্রিতে আসিয়া বতরুণ সমস্ত বরফ গলিয়া না গেল, ততরুণ খানিকটা তাপ বৃথা ব্যয় হইল বলিয়া মনে হইতে পারে। বাস্তবিক, সে তাপটুকু বৃথা ব্যয় হয় নাই। উহা বরফকে গলাইতে ব্যয় হইয়াছে। সুতরাং 0° ডিগ্রির জলে খানিকটা তাপ লুক্কায়িত থাকে। উহাকে প্রচ্ছন্ন তাপ বলে কারণ, তাপমানে এই তাপের পরিচয় পাওয়া যায় না।

একটা টিন পাত্রে কিছু বরফের শুঁড়া রাখিয়া প্রদীপে গরম করিতে থাক। যখন অতি অল্প ভাগ গলিতে বাকী থাকিবে, তখন যে বরফটুকু গলিয়াছে তাহার মধ্যে তাপমান দিলে দেখিতে পাইবে যে, গলিত ভাগ ও অগলিত ভাগ উভয়েরই তাপ 0° ডিগ্রি।

১১৪। জলীয় বাষ্পের প্রচ্ছন্ন তাপ।—আমরা বরফকে জলে পরিবর্তিত করিয়াছি। এখন এই জলে আরও তাপ দিতে থাকিলে, অপরাপর পদার্থের ত্রায় উহার তাপ বৃদ্ধি হইয়া ক্ষুণ্ণতাক অর্থাৎ 100° ডিগ্রিতে উঠিবে। 100° ডিগ্রিতে পৌঁছিয়া জলের তাপ আর বাড়িবে না ; তাপ বৃদ্ধি করিলে সেই অতিরিক্ত তাপ জলকে বাষ্পে পরিণত করিতেই ব্যয়িত হইবে। জল যখন বাষ্প হয়, তখন জলের তাপ 100° ডিগ্রি হয় ; বাষ্পেরও তাপ প্রথমতঃ 100° ডিগ্রি থাকে। সুতরাং 100° ডিগ্রির জল ও 100° ডিগ্রির বাষ্পে প্রভেদ এই যে, 100° ডিগ্রির বাষ্পে অনেকটা তাপ লুক্কায়িত থাকে। সেই লুক্কায়িত তাপ 100° ডিগ্রির জলকে 100° ডিগ্রির বাষ্পে পরিণত করিতে ব্যয়িত হয়। এই তাপটুকুকে বাষ্পের প্রচ্ছন্ন তাপ বলে ;

কারণ, এই তাপ তাপমানে ধরা পড়ে না। 0° ডিগ্রির বরফকে 0° ডিগ্রির জলে পরিণত করিতে যেমন অনেকটা তাপ আবশ্যক হয়, 100° ডিগ্রির জলকে 100° ডিগ্রির বাষ্পে পরিণত করিতেও তেমনই অনেকটা তাপের প্রয়োজন। একটা পাত্রে জল গরম করিতে থাক। যখন জল ফুটিতে থাকিবে, তখন তাপমান দ্বারা ঐ ফুটন্ত জল ও তদুপরিস্থ বাষ্প, এই উভয়ের তাপ পরীক্ষা করিলে দেখিতে পাইবে, উভয়েরই ঠিক 100° ডিগ্রি তাপ।

১১৫। জল এবং বাষ্পের প্রচ্ছন্ন তাপ কত?—
জল ও বাষ্পের প্রচ্ছন্ন তাপের পরিমাণ নিরূপিত হইয়াছে। 0° ডিগ্রির এক সের বরফকে 0° ডিগ্রির এক সের জলে পরিণত করিতে যত তাপ লাগে, সেই তাপে ৭২ সের জলের এক ডিগ্রি তাপ বৃদ্ধি হয়। সুতরাং জলের প্রচ্ছন্ন তাপ—৭২। আবার 100° ডিগ্রির এক সের জলকে 100° ডিগ্রির এক সের বাষ্পে পরিণত করিতে যত তাপ লাগে, সেই তাপে ৫৩৭ সের জলের এক ডিগ্রি তাপ বৃদ্ধি হয়। সুতরাং বাষ্পের প্রচ্ছন্ন তাপ—৫৩৭।

১১৬। প্রচ্ছন্ন তাপ থাকাতে কি সুবিধা হইয়াছে?—প্রচ্ছন্ন তাপের গুণে বরফ গলিতে সময় লাগে। নতুবা, যদি দ্রবনাঙ্কে উঠিবামাত্র বরফ একেবারে হঠাৎ গলিয়া জল হইত, তাহা হইলে পৃথিবীর অনেক দেশ বাসের অসম্ভব হইয়া পড়িত। পর্বতের উপর বরফ জমিয়া থাকে। যদি কোন দিন হঠাৎ সেই বরফরাশি সমস্ত গলিয়া নিম্নদিকে প্রবাহিত হইতে পারিত, তাহা হইলে কত কত দেশ একেবারে জলময়

হইয়া যাইত এবং সেই নিম্নগামী শ্রোতের এতই প্রবল বেগ হইত যে, তাহার সন্মুখে কোন বস্তুই দাঁড়াইতে পারিত না। প্রচ্ছন্ন তাপের গুণে এই সকল বিপদ নিবারিত হইতেছে; পর্বতের উপরিস্থ বরফরাশি ক্রমশঃ গলিতে থাকে এবং ক্রমে ক্রমে নদী দ্বারা সাগরাদিতে গিয়া পড়ে। আবার অপর দিকে দেখ, জল যদি একেবারে বাষ্পাকারে পরিণত হইতে পারিত, তাহা হইলে আধারপাত্র চূর্ণ বিচূর্ণ হইয়া যাইত, বাষ্পীয় যন্ত্র নিশ্চিহ্ন হওয়া অসম্ভব হইত। প্রচ্ছন্ন তাপের গুণে জল বাষ্প হইতে অনেক বিলম্ব হয়।

১১৭। জল এবং জলীয় বাষ্প ভিন্ন অপর কোন পদার্থের প্রচ্ছন্ন তাপ আছে কি না?—বরফ গলিবার সময় যেমন খানিকটা তাপ অপহৃত হয়, অপর কোন কঠিন পদার্থ গলিয়া দ্রব হইবার সময়ও তেমনই খানিকটা তাপ অপহৃত হয়। আবার জল বাষ্প হইবার সময় যেমন খানিকটা তাপ প্রচ্ছন্ন হয়, অপর কোন পদার্থ বাষ্পাবস্থায় পরিণত হইবার সময়ও তেমনই খানিকটা তাপ লুপ্ত হয়।

১১৮। জলীয় বাষ্প কিরূপ পদার্থ?—জলীয় বাষ্প বায়ুর ন্যায় একটা বায়বীয় পদার্থ। প্রকৃত বাষ্প চক্ষুতে দেখা যায় না। যখন কোন চাদানিতে জল ফুটিতে থাকে, তখন নলের মুখের কাছে কিছুই দেখিতে পাওয়া যায় না; নলের আধ ইঞ্চি দূরে মেঝের মত কিছু দেখিতে পাওয়া যায়। যখন কোন রেলওয়ের এঞ্জিন হইতে বাষ্প উদ্গত হইতে থাকে, তখন চোঙের মুখের কাছে কিছুই দেখা যায় না, কিন্তু দূরে মেঝের মত কিছু দেখা যায়। এই অদৃশ্য পদার্থই প্রকৃত বাষ্প;

আর মেঘের মত বাহা দেখা যায়, তাহা আর কিছুই নয় ; কেবল ঐ বাষ্প শীতল হওয়াতে উহা জমিয়া জলকণা সকল মেঘের আকার ধারণ করিয়াছে। ঐ মেঘবৎ পদার্থ বাষ্প নয়, জল। বায়ু এবং অপরাপর বায়বীয় পদার্থের জ্বায় জলীয় বাষ্প সম্পূর্ণ অদৃশ্য।

১১৯। বাষ্পনিঃসরণ ও স্ফুটন।—জল ফুটিবার সময় বাষ্প উঠিতে থাকে। কিন্তু কেবল ফুটিবার সময়েই যে বাষ্প উঠে, অত্র সময়ে উঠে না, তাহা নহে। কোন জলপূর্ণ পাত্র আগুনের উপর বসাইলে ফুটিবার অগ্রেই জলের উপর হইতে বাষ্প উঠিতে থাকে। ভিজা লবণ আগুনের নিকট রাখিলে ক্রমশঃ শুকাইয়া যায়, ভিজা কাপড় রোদ্দ কি শুক বায়ুতে টাঙ্গাইয়া দিলে শুকাইয়া যায় ; অর্থাৎ লবণ ও কাপড়ে যে জলটুকু থাকে, তাহা বাষ্পাকারে উড়িয়া যায়। যখন জল ফুটিতে থাকে, তখন উহা হইতে বাষ্প উঠিলে স্ফুটন অর্থাৎ ফোটা বলে। আর যখন জল ফুটে না, তখন তাহা হইতে বাষ্প উঠিতে থাকিলে বাষ্পনিঃসরণ বলে। স্ফুটন ও বাষ্পনিঃসরণের মধ্যে প্রভেদটুকু এই—কোন জলপূর্ণ পাত্র আগুনে চড়াইলে যতক্ষণ জলের তাপ 100° ডিগ্রি পর্য্যন্ত না উঠে, ততক্ষণ অগ্নির তাপ দুইটি কাজ করিতে থাকে—একটি জলকে উষ্ণ করা, অপরটি জলের কিস-দংশ বাষ্পে পরিণত করা। এ পর্য্যন্ত বাষ্পনিঃসরণ হইতেছে বটে, কিন্তু স্ফুটন আরম্ভ হয় নাই। কিন্তু যখন পাত্রস্থ জলের তাপ 100° ডিগ্রিতে উঠে, তখন অগ্নির তাপ কেবল একটীমাত্র কার্য্য করিতে থাকে—জলকে 100° ডিগ্রির উপরে উষ্ণ করিবার উপায় নাই, সুতরাং সে কার্য্য শেষ হইয়া গিয়াছে ; এখন অগ্নির

সমস্ত তাপ কেবল জলকে বাষ্পে পরিণত করিবার কার্যেই ব্যাপৃত হয়। এই সময় স্ফুটন হইতে থাকে। বাষ্পনিঃসরণ ও স্ফুটনের মধ্যে আর একটা প্রভেদ আছে। যতক্ষণ জল 100° ডিগ্রিতে না উঠে ততক্ষণ পাত্রস্থ জলের উপর হইতে ধীরে ধীরে বাষ্প নিঃসৃত হয়, কিন্তু স্ফুটন আরম্ভ হইলে তলদেশ হইতে উপর পর্য্যন্ত সমস্ত জল হইতে প্রবল বেগে বাষ্প নিঃসৃত হইতে থাকে এবং তজ্জন্ত জলের ভিতর চৌ চৌ শব্দ হইতে থাকে; বাষ্পের বৃদ্ধি সকল নিম্ন হইতে উপর দিকে উঠিতে থাকে বলিয়া ঐরূপ শব্দ হয়।

অগ্নির উদ্ভাপ না দিলেও জল হইতে সর্বদাই বাষ্প উঠিয়া থাকে। যে জল হইতে বাষ্প উঠে সেই জলের যত তাপ, তাহার বাষ্পেরও ঠিক তত তাপ। 60° তাপাংশের জলের বাষ্প 60° উষ্ণ, 100° তাপাংশের জলের বাষ্প 100° উষ্ণ, 0° তাপাংশের বরফের বাষ্প 0° উষ্ণ, -5° তাপাংশের বরফের বাষ্প -5° উষ্ণ। সুরাসার প্রভৃতি কতকগুলি দ্রব পদার্থ হইতে প্রবল বেগে বাষ্প উঠে।

বাষ্পনিঃসরণ কালে পদার্থের প্রযুক্ত পৃষ্ঠের অণুগুলিই বাষ্পাকার ধারণ করে। এই জন্য যে পাত্রের মুখ প্রশস্ত এবং নুতন, তাহাতে দ্রব পদার্থ রাখিলে অধিক পরিমাণে বাষ্প নিঃসরণ হয়; সংকীর্ণমুখ পাত্রে সেরূপ হয় না।

জলাশয়ের উপর বায়ু স্থির থাকিলে তত অধিক বাষ্প নিঃসরণ হয় না। জল হইতে উদ্গত বাষ্প জলাশয়ের নিকটবর্তী বায়ুভাগে ক্রমশঃ এত অধিক মাত্রায় সঞ্চিত হয় যে, ঐ বায়ু আর নূতন বাষ্প গ্রহণ করিতে পারে না।

কিন্তু বায়ু বেশ চলিতে থাকিলে বাষ্প সঞ্চিত হইতে পারে না, সুতরাং প্রতিক্রমে নূতন বায়ুর সংস্পর্শে অধিক পরিমাণ বাষ্প নিঃসরণ হয়।

১২০। স্ফুটনাক্ষ চাপ-সাপেক্ষ।—বরফ ঠিক 0° ডিগ্রিতে গলিয়া জল হয়, কিন্তু জল যে ঠিক 100° ডিগ্রিতে ফুটিয়া বাষ্প হইবে, তাহা নহে। স্ফুটনাক্ষ বায়ুর চাপের উপর নির্ভর করে; বায়ুর চাপ কমিলে জল 100° ডিগ্রির নিম্নে ফুটিতে পারে। পর্বতের নিম্নে বায়ুর চাপ যত, উপরে তদপেক্ষা কম। যদি কোন পর্বত তিন মাইল উচ্চ হয়, তাহা হইলে উহার নিম্নে জল 100° ডিগ্রিতে ফুটিবে বটে, কিন্তু উপরে 75° ডিগ্রিতে ফুটিবে। তিন মাইল উচ্চ পর্বতের উপর কোন ব্যক্তি হংসডিম্ব সিদ্ধ করিতে চেষ্টা করিলে মহাবিজ্ঞাত ঘটে, কারণ 75° ডিগ্রির তাপে হংসডিম্ব সিদ্ধ হয় না।

অত্যন্ত গভীর খনির মধ্যে বায়ুর চাপ অত্যন্ত অধিক। সুতরাং সেরূপ স্থানে জলের স্ফুটনাক্ষ 100° ডিগ্রির অনেক উপরে।

একটা ছুঁকা শিশিতে খানিকটা জল দিয়া অগ্নির উত্তাপে ফুটাও। কিয়ৎকণ ফুটিলে জলীয় বাষ্প অভ্যন্তরস্থ সমস্ত বায়ু তাড়াইয়া দিবে; সুতরাং শিশির ভিতর কেবল গরম জল ও তাহার উপরে জলীয় বাষ্প থাকিবে। এই সময় শিশির মুখ ছিপি দ্বারা শক্ত করিয়া বন্ধ করিয়া অগ্নি হইতে সরাইয়া লও। জলীয় বাষ্পের চাপে জল আর ফুটিতে পারিবে না। এই অবস্থায় শিশিটা শীতল জলে ডুবাইলে শিশির ভিতরে জল আবার ফুটিয়া উঠিবে। তাহার কারণ এই যে, শীতল জলের সংস্পর্শে শিশির

তাপ কমিয়া যায় ; সেই সঙ্গে সঙ্গে ভিতরের জলীয় বাষ্পও শীতল হইয়া কিয়দংশ জলাকারে পরিণত হইয়া জলে মিশে । সুতরাং শিশির ভিতর জলীয় বাষ্প কমিয়া যাওয়াতে উহার চাপও কমিয়া যায় । ইহাতেই শিশির জল পুনরায় কুটিয়া উঠে ।

১২১। সকল কঠিন পদার্থ গলিবার সময় প্রসারিত হয় না ।—কঠিন হইতে দ্রব অবস্থায় যাইবার সময় অর্থাৎ গলিবার সময় অনেক পদার্থ প্রসারিত হয় বটে, কিন্তু কতকগুলি সঙ্কুচিত হয় ।

বরফ জলে ভাসে ; অতএব বুঝা গেল যে, জল অপেক্ষা বরফ লঘু । সুতরাং বরফ যখন জল হয়, তখন উহার আয়তন কম হয়, এবং জল যখন বরফ হয় অর্থাৎ জমিয়া যায়, তখন উহার আয়তন বাড়ে । এই আয়তন বৃদ্ধির বল অত্যন্ত অধিক । খুব পুরু লৌহে নির্মিত একটা বোতলে জল পূরিয়া ছিপি আঁটিয়া বরফের ভিতর রাখিলে বোতলের জল জমিয়া বরফ হইবার সময় উহার আয়তন বৃদ্ধি হয় ; তখন বোতলের ভিতর বরফের স্থান কুলায় না বলিয়া বোতল ভাঙ্গিয়া যায় । ইম্পাত এবং সম্ভবতঃ ঢালা লৌহ উত্তাপে গলিবার সময় জলের স্থায় সঙ্কুচিত হয়, সুতরাং গলিত হইতে কঠিন অবস্থায় আসিবার সময় উহার বরফের স্থায় প্রসারিত হয় । অত্যন্ত উত্তপ্ত এক খণ্ড ইম্পাতের পাত গলিত ইম্পাতের উপর অনায়াসে ভাসে এবং সম্ভবতঃ একখণ্ড ঢালা লৌহ অত্যন্ত উত্তপ্ত করিয়া গলিত ঢালা লৌহের উপর দিলে ভাসিবে । কিন্তু স্বর্ণ, রৌপ্য কি তাম্র গলিবার সময় প্রসারিত হয়, এবং গলিত অবস্থা হইতে কঠিন

হইবার সময় সঙ্কুচিত হয়। এই জন্য এই সকল ধাতুতে ছাঁচে ঢালিয়া মুদ্রা প্রস্তুত করিবার উপায় নাই, ছাপিতে হয়।

দেখা গেল যে, কঠিন হইতে দ্রব এবং দ্রব হইতে কঠিন অবস্থায় বাইবার সময় কোন পদার্থ প্রসারিত এবং কোন পদার্থ সঙ্কুচিত হয়। কিন্তু বাষ্পীয় অবস্থায় যাইতে সকল পদার্থই অত্যন্ত প্রসারিত হয়। এক ঘন ইঞ্চি ফুটন্ত জল বাষ্প হইলে প্রায় ১,৭০০ ঘন ইঞ্চি হয়।

১২২। তাপ দিলে কোন কোন পদার্থ দ্রব না হইয়া একেবারে বাষ্প হইতে পারে, আবার কোন কোন পদার্থ আদৌ দ্রব বা বাষ্প হয় না। কপূর, আয়রিন প্রভৃতি কতকগুলি কঠিন পদার্থ তাপে দ্রব না হইয়া একেবারে বাষ্প হয়। কাগজ, কাঠ প্রভৃতি কতকগুলি পদার্থ কখনই দ্রব বা বাষ্প হয় না। উত্তাপ পাইলে এই সকল পদার্থের উপাদানগুলি বিচ্ছিন্ন হইয়া পড়ে, অথবা ভিন্ন প্রকারে সংযুক্ত হয়।

১২৩। তাপে রাসায়নিক আকর্ষণের সাহায্য করে।—তাপ রাসায়নিক আকর্ষণের কার্যকে অত্যন্ত সাহায্য করে। নিম্নতাপে পাথুরিয়া কয়লা বায়ুর অক্সিজেনক গ্যাসের সহিত মিলিত হয় না—আমরা পাথুরিয়া কয়লা খোলা বাতাসে রাখীকৃত করিয়া বহুকাল ইচ্ছা রাখিতে পারি, কোন ক্ষতি হয় না। কিন্তু উত্তাপ দিলে কয়লা এবং অক্সিজেনক গ্যাসের মিলন হইতে থাকে; এবং এই মিলনেও উত্তাপ উৎপন্ন হইয়া আরও মিলন চলিতে থাকে। ইহাকেই কয়লা পোড়া বলে।

গন্ধক এবং তাম্রকে মিলিত করিবার জন্ত প্রথমে উত্তাপ প্রয়োগ করিতে হয় ; কিন্তু যখন মিলন আরম্ভ হয়, তখন সেই মিলন হইতেই এত তাপ উৎপন্ন হয় যে, বাহিরের উত্তাপ আর আবশ্যক হয় না, আপনা আপনি মিলন চলিতে থাকে ।

১২৪ । শৈত্যোৎপাদক মিশ্রণ ।—রাসায়নিক সংযোগ হইতে গেলে নিশ্চয়ই তাপ উৎপন্ন হইবে ; কিন্তু কখন কখন দুইটা পদার্থ মিলিত হইবার সময় তাপ উৎপন্ন না হইয়া শৈত্য উৎপন্ন হয় । লবণ এবং বরফ সহজেই মিলিত হয়, কিন্তু উহাদের মিলনে অত্যধিক শৈত্য উৎপন্ন হয় । ইহার কারণ এই যে, উহাদের মিলনে অত্যধিক পরিমাণ তাপ অপহৃত হয় ।

বরফ যখন গলিতেছে, তখন সেই গলিত বরফের সঙ্গে কিঞ্চিৎ লবণ মিশাও । এই মিশ্রিত পদার্থে তাপমান দ্বিগুণেই দেখিবে, পারদ শীঘ্রই 0° ডিগ্রির নিম্নে পড়িয়া যাইবে । সুতরাং মিশ্রিত পদার্থটা গলিত বরফ অপেক্ষা শীতল ।

ইহার কারণ কি ? ইহার কারণ এই যে, ঐ দুইটা পদার্থ মিশ্রিত হইয়া উভয়ে মিলিয়া একটা দ্রব পদার্থ হয়—কঠিন থাকে না । পূর্বে বলা হইয়াছে যে যেমন বরফ যখন জল হয়, তেমনই কোন কঠিন পদার্থ যখন দ্রব হয়, তখন খানিকটা তাপ অপহৃত হয় । অতএব ঐ মিশ্রিত পদার্থটা দ্রব হইবার সময় বরফ ও লবণ এই দুইটা কঠিন পদার্থের খানিকটা তাপ অপহৃত হয়, সুতরাং ঐ দুই পদার্থ অপেক্ষা মিশ্রিত পদার্থটা অধিকতর শীতল হয় । যখনই দুইটা কঠিন পদার্থ পরস্পরকে গলাইয়া নেলে, তখনই খানিকটা তাপ অপহৃত হয় বলিয়া ঐ মিশ্রিত দ্রব

পদার্থ কঠিন পদার্থের অপেক্ষা অধিকতর শীতল হয়। ঐরূপ পদার্থেই শৈত্যোৎপাদক মিশ্রণ উৎপন্ন হয়।

কোন জ্ব পদার্থে একটা কঠিন পদার্থ গলিয়া গেলেও কঠিন পদার্থের খানিকটা তাপ অপহৃত হয় বলিয়া মিশ্রিত পদার্থটা অধিকতর শীতল হয়। চিনি, মিহিরী কি বাতাসা জলে গলিলে এই জন্তই সরবত অতি শীতল হয়।

কোন জ্ব পদার্থ অতি সহজ বাষ্পীভূত হইলে উহা অত্যন্ত শীতল বোধ হয়। কারণ, যখন উহা বাষ্প হয় তখন উহার অনেক তাপ আবশ্যক, সেই তাপ নিকটে যেখানে পার সেইখান হইতেই লয়।

মাটির কলসী অথবা কুঁজোতে জল পুরিয়া খোলা বাতাসে রাখিলে, গাত্রের ছিদ্র দিয়া জলের কণা সকল বাহির হইয়া বাষ্প হইতে থাকিবে। তাহাতে ভিতরের জল হইতে খানিকটা তাপ অপহৃত হইবে, এবং পাত্রের জল শীঘ্র শীতল হইয়া পড়িবে। গ্রীষ্ম হইলে যখন গাত্রের লোমকূপ দিয়া ঘর্ম বাহির হয়, তখন গাত্রের গরম বায়ু লাগিলে সেই ঘর্ম বাষ্প হইতে থাকে। বাষ্প হইবার সময় ঘর্ম শরীর হইতে বাষ্পের অচ্ছন্ন তাপ যোগাড় করিয়া দিতে থাকে, তাহাতেই শরীর শীতল হয়। ঘরের মেঝেতে জল ছিটাইলে ছিটান জল বাষ্প হইবার সময় ঘরের ও ঘরের বায়ুর তাপ হরণ করে বলিয়া বেশ ঠাণ্ডা বোধ হয়। ওড়িকলম প্রভৃতি কতকগুলি পদার্থ অতি সহজে বাষ্পীভূত হয়; তজ্জন্ত উহাদিগকে শীত্রবাষ্পায়নশীল পদার্থ বলে। এই সকল পদার্থ শরীরে লাগিলে যতই বাষ্পীভূত হইতে থাকে, ততই শরীরের তাপ অপহৃত হয়।

১২৫। তাপ-সঞ্চালন।—উত্তপ্ত পদার্থ চির দিনই উত্তপ্ত থাকিবে, এমন নহে; উহা অপেক্ষা শীতলতর যে সমস্ত বস্তু উহার চারিদিকে নিকটে থাকে, তাহাতে তাপ প্রদান করিয়া নিজে ক্রমশঃ শীতল হইতে থাকে। ইহাকেই তাপ-সঞ্চালন কহে। তাপ-সঞ্চালন নানা প্রকারে হয়।

একটা লৌহশলাকার এক প্রান্ত অগ্নিতে উত্তপ্ত করিলে অপর প্রান্ত পর্য্যন্ত সমস্ত শলাকাটা ক্রমশঃ এত উত্তপ্ত হইয়া উঠে যে, উহাতে হাত দেওয়া যায় না। শলাকার যে অণুগুলি অগ্নির ভিতর থাকে, তাহারা উত্তপ্ত হইয়া পার্শ্ববর্তী অণু সকলে সেই তাপ পরিচালিত করে। আবার এই অণু হইতে তাপ পরবর্তী অণুতে যায়। এইরূপে ক্রমশঃ শলাকার সমস্ত অণুগুলি উত্তপ্ত হইয়া উঠে। ইহাকে তাপ-পরিচালন কহে।

একটা পাত্রের কিয়দংশ জলপূর্ণ করিয়া অগ্নির উপর বসাইলে তলদেশের জলাণুগুলি উত্তপ্ত হইয়া প্রসারিত হয়, সুতরাং শীতল-তর জলাণু অপেক্ষা লঘু হইয়া পড়ে। শোলা জল অপেক্ষা লঘু বলিয়া যেমন জলের উপরে উঠে, লঘুতর উষ্ণ জলাণুগুলি তেমনই পাত্রস্থ জলের উপরে উঠিতে থাকে এবং শীতলতর জলাণুগুলি উপর হইতে নিম্নে যায়। আবার, এই জলাণুগুলি উষ্ণ হইয়া উপরে উঠে এবং উপরের অল্প উষ্ণ সুতরাং ভারী জলাণুগুলি নিম্নে আইসে। উপরের জলাণু নিম্নে, নিম্নের জলাণু উপরে, এইরূপ ক্রমাগত উঠা নামা হইতে হইতে পাত্রস্থ সমস্ত জল গরম হইয়া ফুটিতে আরম্ভ করে। ইহাকে তাপ-পরিবাহন কহে।

পরিচালন ও পরিবাহন দ্বারা জড় পদার্থের অণু সকলকে তপ্ত করিয়া, তাপ এক স্থান হইতে অন্য স্থানে সঞ্চালিত হইতে পারে। কিন্তু সূর্য্য হইতে যে তাপ আইসে, তাহা কি উপায়ে আইসে? পৃথিবী হইতে সূর্য্য নয় কোটি মাইল দূরে; অথচ আট মিনিটেরও অল্প সময়ের মধ্যে সূর্য্যতাপ পৃথিবীতে পহুছে। সূর্য্য ও পৃথিবীর মধ্যে কোন পদার্থ থাকিলে ও তাহার অণু সকল উত্তপ্ত করিয়া চলিয়া আসিতে হইলে, সূর্য্যতাপ কখনই এত দ্রুতবেগে আসিতে পারিত না। যদি তাহাও সম্ভব হইত, তবে শীতকালে সূর্য্যরশ্মি খুব প্রখর হইলেও বায়ু অত্যন্ত শীতল থাকে কেন? আবার নির্বীত স্থানে কোন পদার্থের অণু নাই, তথাপি সেখানে কোন প্রখর-উত্তপ্ত দ্রব্য রাখিলে তাহা হইতে তাপ বিক্ষিপ্ত হয় কেন? প্রত্যুত, সূর্য্য কিংবা অপর কোন প্রখর-উত্তপ্ত পদার্থ হইতে আমরা যে উপায়ে তাপ প্রাপ্ত হই, তাহাকে তাপ-বিকিরণ কহে।

এখন দেখা গেল যে উত্তপ্ত পদার্থ হইতে তিন প্রকার উপায়ে শীতল পদার্থে তাপ সঞ্চালিত হয়—পরিচালন, পরিবাহন ও বিকিরণ।

১২৬। পরিচালক ও অপরিচালক পদার্থ।—

পূর্বে বলা হইয়াছে যে, একটা লৌহশলাকার এক প্রান্ত অগ্নিতে দিলে অপর প্রান্ত পর্য্যন্ত এত গরম হইয়া উঠে যে, হাতে ধরিতে পারা যায় না। কিন্তু কোন ধাতুময় শলাকার পরিবর্তে কাচ কি পাথরের শলাকার এক প্রান্ত অগ্নিতে দিলে অপর প্রান্ত তত গরম হয় না। তাহার কারণ এই যে, ধাতু যেমন তাপ পরিচালিত করিতে পারে, কাচ কি পাথর তেমন পারে না। কাষ্ঠ

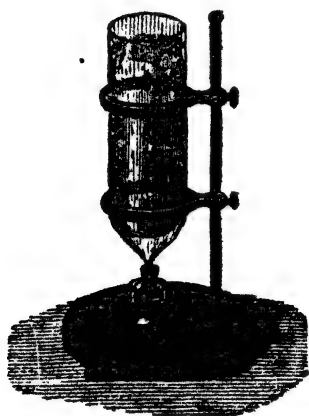
কি অঙ্গারের এক দিক্ পুড়িয়া গেলেও অপর দিক্ তপ্ত হয় না। যে সকল পদার্থ অতি সহজে তাপ পরিচালন করে, তাহাদিগকে **তাপ-পরিচালক** বলে, আর যে সকল পদার্থ তাহা ভালরূপ পারে না, তাহাদিগকে **তাপ-অপরিচালক** বলে। কিন্তু কোন পদার্থই সম্পূর্ণ অপরিচালক নহে।

পশুদিগের গায়ের লোম এবং পক্ষীর পালক অপরিচালক পদার্থ, এবং সেই জন্ত ঐ সকল পদার্থে প্রাণীদিগের পরিচ্ছদ প্রস্তুত হইয়াছে। প্রাণিশরীরের আভ্যন্তরিক উত্তাপ চতুর্দিক্স্থ পদার্থসমূহের উত্তাপ অপেক্ষা অধিক। পশম, পালক কিংবা লোমে শরীর আচ্ছাদিত থাকাতে এই আভ্যন্তরিক উত্তাপ বাহিরে পরিচালিত হইতে পারে না। অপরিচালক পদার্থ তাপকে কেবল ভিতর হইতে বাহিরে যাইতে দেয় না তাহা নহে, বাহির হইতে ভিতরেও আসিতে দেয় না। শীতকালে গাত্রে কন্বল জড়াইলে শরীরের আভ্যন্তরিক উত্তাপ শরীরের ভিতরেই থাকে, বাহিরে যাইতে পারে না; আবার বরফ কন্বলে জড়াইয়া রাখিলে বাহিরের উত্তাপ ভিতরে গিয়া বরফকে গলাইতে পারে না। এখন বুঝা গেল যে, অপরিচালক পদার্থের মধ্য দিয়া তাপ ভিতর হইতে বাহিরে কিংবা বাহির হইতে ভিতরে যাইতে পারে না।

সমান লম্বা ও সমান মোটা একটা লৌহের ও একটা তাম্রের শলাকার সমস্ত গাত্রে মোম মাখাইয়া দুই হস্তে দুইটা ধরিয়া উভয় শলাকার এক এক প্রান্ত একটা প্রদীপের উপর ধর। একই সময়ে অর্থাৎ একই পরিমাণ তাপ পাইলে, তাম্রশলাকার

মোম লৌহশলাকার মোম অপেক্ষা অধিক দূর গলিয়া যাইবে। সুতরাং একই পরিমাণ তাপে লৌহ অপেক্ষা তাম্র অধিক তপ্ত হয়, অর্থাৎ প্রদীপের তাপ লৌহ অপেক্ষা তাম্রের মধ্যে অধিক বলে পরিচালিত হয়।

১২৭। তাপ-পরিবাহনের কয়েকটি প্রাকৃতিক দৃষ্টান্ত।—একটি জন-পূর্ণ পাত্রে অপর একটি ফুটন্ত তৈলপূর্ণ পাত্র ভাসাইয়া দিলে তৈলের তাপ ধীরে ধীরে নিম্নদিকে জলের ভিতর পরিচালিত হইবে; কিন্তু কয়েক ইঞ্চি নিম্নে আদৌ



২৪শ চিত্র।

তাপ বৃদ্ধি হইবে না। ইহার কারণ এই যে, দ্রব পদার্থ উত্তম-রূপ তাপ পরিচালিত করিতে পারে না; তন্নিম্ন, তৈলের তাপে উপরের জল তপ্ত হইয়া লঘু হইয়া পড়ে, সুতরাং উহা নিম্নে

যাইতে পারে না, উপরেই থাকে। অতএব উপরদিক দিয়া জল গরম করা সহজ নয়। জলপূর্ণ পাত্রের নিম্নে (২৪শ চিত্র দেখ) একটা প্রদীপ ধরিলে পাত্রস্থ সমস্ত জল সম্বর গরম হইয়া ফুটিতে আরম্ভ করে। নিম্নের তপ্ত অণুগুলি লঘু হইয়া উপরে উঠে, উপরের শীতল অণুগুলি ভারী বলিয়া নিম্নে পড়ে। ক্রমাগত এইরূপ হইতে থাকে। ২৪শ চিত্রে যে তীরগুলি অঙ্কিত হইয়াছে, উহাতে বুঝা যাইতেছে যে, তপ্ত জল পাত্রের ঠিক মধ্য দিয়া উপরে উঠে এবং শীতল জল পার্শ্ব দিয়া নিম্নে নামে।

প্রকৃতির মধ্যে তাপ-পরিবাহনের অনেক সুন্দর সুন্দর দৃষ্টান্ত পাওয়া যায়। অত্যন্ত শীতপ্রধান দেশে বায়ু অত্যন্ত শীতল বলিয়া সেই শৈত্যে জলাশয় সমূহের উপরিভাগের জল নিম্নভাগের জল অপেক্ষা অত্যন্ত শীতল হইয়া পড়ে। শীতল জল উষ্ণতর জল অপেক্ষা ভারী, সুতরাং উপরের শীতল জল নিম্নে যায় এবং নিম্নের জল উপরে উঠে। ক্রমাগত এইরূপ হইতে হইতে জলাশয়ের সমস্ত জলের তাপ 8° ডিগ্রিতে নামিয়া পড়ে। 8° ডিগ্রির নিম্নে জল সঙ্কুচিত না হইয়া প্রসারিত হয়, সুতরাং যখন জলাশয়ের উপরের জল 0° ডিগ্রিতে বরফ হয়, তখন সে বরফ জলাশয়ের নিম্নের জল অপেক্ষা লঘু বলিয়া উপরে ভাসিতে থাকে, নিম্নে নামিতে পারে না। নিম্নস্থ জল আর উপরে উঠিয়া বায়ুর শৈত্য লাভ করিতে পারে না বলিয়া উহার তাপ 8° ডিগ্রিই থাকিয়া যায়, অথচ উপরে 0° ডিগ্রির বরফ ভাসিতে থাকে। বরফ যদি জল অপেক্ষা ভারী হইত, তাহা

হইলে উহা উৎপন্ন হইবা মাত্রই জলাশয়ের তলায় পড়িয়া যাইত, এবং ক্রমে জলাশয়ের সমস্ত জল বরফরাশিতে পরিণত হইত তাহা হইলে মৎশাদি জলজন্তুর থাকিবার স্থান থাকিত না; এবং ফুটন্ত তৈলের তাপ যেমন নিম্নস্থ জলের তাপ বৃদ্ধি করিতে পারে না, তেমনই গ্রীষ্মকালে উপরের বায়ুর উষ্ণতায় জলাশয়ের উপরিভাগের বরফ মাত্র গলিয়া যাইত, নিম্নের বরফ চিরকাল জন্মিয়া থাকিত।

বায়ুমাগরেও তাপনিবন্ধন প্রবল পরিবাহন-প্রবাহ চলিতে থাকে। পরিবাহন প্রভাবেই চুল্লীর উপরিস্থ উষ্ণ বায়ু উপরে উঠিয়া যায় এবং গৃহের শীতল বায়ু সেই স্থান অধিকার করে। সমস্ত পৃথিবীর উপরেও এইরূপ পরিবাহন ক্রিয়া চলিতেছে। সূর্যের ও কুমেরু হইতে সমান দূরে পূর্ব পশ্চিমে পৃথিবীর যে পরিধি রেখা কল্পনা করা হয়, তাহাকে **বিষুবরেখা** বলে। এই রেখাবর্তী স্থানকে **নিরক্ষদেশ** কহে। পৃথিবীর এই অংশের উপর সূর্যের প্রবল পরাক্রম। প্রথর সূর্য্যরশ্মিতে এই প্রদেশের বায়ু অত্যন্ত উত্তপ্ত হইয়া উর্দ্ধদিকে উঠিতে থাকে। দক্ষিণ ও উত্তর মেরু সন্নিহিত স্থান সমূহ অত্যন্ত শীতল; এই সকল প্রদেশের শীতল বায়ু ঐ উর্দ্ধগত বায়ুর স্থান অধিকার করিতে ছুটে। ঐ শীতল বায়ু এই নিরক্ষদেশে আসিয়া সূর্যের প্রথর তাপে উত্তপ্ত হইয়া আবার উপরে উঠে। উপরে উঠিয়া ঐ উত্তপ্ত বায়ু বায়ুমণ্ডলের উপরিদেশ দিয়া মেরু সন্নিহিত দেশে পুনরায় যায়; তথায় শীতল হইয়া বায়ুমণ্ডলের তলদেশ দিয়া আবার উত্তপ্ত নিরক্ষপ্রদেশে ফিরিয়া আসে। পৃথিবীর উপরে নিয়তই এই উর্দ্ধপ্রবাহ ও অধঃপ্রবাহ

চলিতেছে। মেরুপ্রদেশ হইতে নিরক্ষপ্রদেশে যে অধঃপ্রবাহ বহিতে থাকে, তাহাকেই বাণিজ্যবায়ু বলে।

গৃহের মধ্যে মানুষ থাকিলে অথবা কোন প্রকার দীপ জ্বলিলে দ্ব্যাক্সজারক নামক বিবাক্ত গ্যাস উৎপন্ন হয়। গৃহের নিম্নদেশস্থ বায়ু ও ঐ বিবাক্ত গ্যাস মনুষ্যশরীর ও দীপের তাপে উষ্ণ হইয়া উপরে উঠিয়া জানালা, দরজা অথবা চালের ফাঁক দিয়া বাহির হইয়া যায় এবং বাহিরের শীতল ও বিগুন্ধ বায়ু গৃহের মধ্যে আইসে। এইরূপ পরিবাহন ক্রিয়া না চলিলে গৃহের মধ্যে মানুষ বাঁচিতে পারিত না। এই পরিবাহন ক্রিয়ার ব্যাঘাত না ঘটে, তজ্জন্তু অত্যন্ত শীতের সময়েও গৃহের অন্ততঃ একটী জানালা খুলিয়া রাখা উচিত।

দ্রব পদার্থের মধ্যে পারদ এবং সমস্ত কঠিন পদার্থ পরিচালন প্রণালীতেই উত্তপ্ত হয়। অপ-রাপর দ্রব পদার্থ এবং সমস্ত বায়বীয় পদার্থ পরি-বাহন প্রণালীতে উষ্ণ হয়।

১২৮। তাপ-বিকিরণের কার্য্যপ্রণালী।—পদার্থের তাপ সঞ্চালিত হইবার তৃতীয় উপায়—বিকিরণ; এই উপা-য়েই সূর্য্যের তাপ পৃথিবীতে আইসে। কোন প্রজ্ব-লিত অগ্নির সন্মুখে দাঁড়াইলে আমাদের মুখ চোখ সেই আগুনের ঝাঁজে যেন ঝলসিয়া যায়। কোন পাত্রের গরম জল থাকিলে, তাহা হইতেও তাপ বিকীর্ণ হইতে থাকে। সূর্য্য অথবা প্রজ্বলিত অগ্নি হইতে যে তাপরশ্মি বিকীর্ণ হয়, তাহা আমাদের স্পর্শেন্দ্রিয় ও দর্শনেন্দ্রিয়, উভয়েতেই অনুভব উৎপন্ন

করে ; কিন্তু গরম জল হইতে যে তাপরশ্মি বিকীর্ণ হয়, তাহা দর্শনেন্দ্রিয়ের গোচর হয় না, কেবল স্পর্শেন্দ্রিয়ের গোচর হয়। একটা মাটির গোলা অগ্নিতে পুড়াইলে যতই উহার তাপ বৃদ্ধি হইতে থাকে, ততই তাপরশ্মি চারিদিকে বিকীর্ণ হইতে থাকে ; এই রশ্মি দীপ্তিহীন এবং তজ্জন্ত চক্ষুতে লাগে না। উদ্ভাপ ক্রমশঃ বাড়িতে বাড়িতে কতকগুলি তাপরশ্মি চক্ষুতে লাগিতে আরম্ভ হয়, তখন গোলাটা লালবর্ণ হইয়া উঠে ; ইহার পর পীতবর্ণ এবং তৎপরে শ্বেতবর্ণ হয়। সর্বশেষে গোলাটা সূর্য্যের ন্যায় প্রথর তেজে জ্বলিতে থাকে। উদ্ভপ্ত পদার্থ হইতে তাপ বিকীর্ণ হইয়া চারিদিকের পদার্থকে উষ্ণ করে ; পদার্থটাও সেই সঙ্গে সঙ্গে শীতল হইতে থাকে। চারি দিকের পদার্থ অপেক্ষা উদ্ভপ্ত পদার্থটা যত অধিক উষ্ণ থাকে, তাহার তাপ তত শীঘ্র কমিয়া যায়, কিন্তু যতই তাপ কমে ততই ধীরে ধীরে তাপ-বিকিরণ হইতে থাকে। ভিন্ন ভিন্ন পদার্থ হইতে ভিন্ন ভিন্ন বেগে তাপ বিকীর্ণ হয় ; দীপের কজ্জল সর্বাপেক্ষা অধিক বেগে তাপ বিকিরণ করে। মন্ডল ও চিকণ ধাতু অপেক্ষাকৃত অনেক ধীরে তাপ বিকিরণ করে। পাথরের বাটীতে উষ্ণ দ্রব্য যতক্ষণে 20° তাপাংশ শীতল হয়, কাঁসার বাটীতে ততক্ষণে 3° তাপাংশ মাত্র শীতল হয়। নূতন পিত্তলের কড়ায় গরম জল যতক্ষণে শীতল হয়, পুরাতন কালীপড়া কড়ায় তদপেক্ষা অল্পক্ষণে শীতল হয়।

১২৯। শিশির সঞ্চার।—রাত্রিকালে ভূণ, বৃক্ষ প্রভৃতি হইতে প্রচুর তাপ বিকীর্ণ হয়। তাহাতে ভূগাদি এত শীতল

হইয়া পড়ে যে, তাহাদের সংস্পর্শে বায়ুস্থিত জলীয় বাষ্প জমিয়া ঘর্মের মত তাহাদের গাত্রে লাগে। এই সকল জলকণা মিলিয়াই শিশিরবিম্ব হইয়া থাকে। বৃক্ষপত্র, প্রস্তর, মৃত্তিকা প্রভৃতি পদার্থ অতি প্রবল বেগে তাপ বিকিরণ করে বলিয়া উহাদের উপরে অধিক পরিমাণ শিশির সঞ্চার হয়। আকাশে মেঘ থাকিলে কি চন্দ্রাতপ টাঙ্গাইলে মেঘ ও চন্দ্রাতপ হইতে তাপ বিকীর্ণ হইয়া ভূপৃষ্ঠের দিকে আইসে; তাহাতে পৃথিবী শীতল হইতে পারে না, সুতরাং শিশির জমে না। এই কারণেই বৃক্ষের তলাতেও শিশির জমে না। গ্রীষ্মকালে রাত্রিতেও বায়ু তত শীতল হয় না; তজ্জন্ত শিশির জমিতে পারে না।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

আলোক।

১৩০। আলোক কি?—প্রদীপ্ত পদার্থ হইতে যে দীপ্তিমান রশ্মি সকল বাহির হইতে থাকে, তাহাই আলোক।

১৩১। আলোকের উৎপত্তি স্থল।—সূর্য ও নক্ষত্রগণ আলোকের প্রধান উৎপত্তিস্থল। সূর্যের আলোক লাভ করিয়া গ্রহ উপগ্রহগণও আলোক দান করে। কঠিন পদার্থ এবং কোন কোন দ্রব ও বায়বীয় পদার্থ পুড়িলে আলোক প্রদান

করে। জোনাকি পোকা এবং এক প্রকার সামুদ্রিক কীটাদি, বাঙের ছাতির ছায় কোন কোন গুল্ম রাত্রিকালে বেশ আলোক দেয়। তাড়িত-ক্ষুদ্রিক ও বিদ্যুতের আলোক অত্যন্ত প্রখর।

১৩২। সপ্রভ ও নিষ্প্রভ পদার্থ।—যে সকল পদার্থ আপনার প্রভায় আপনি প্রকাশিত হয়, এবং অপর পদার্থকেও প্রকাশিত করে, তাহা সপ্রভ ; আর যে সকল পদার্থের নিজ প্রভা নাই, অপর পদার্থের প্রভায় প্রকাশিত হয়, তাহাকে নিষ্প্রভ বলে। সপ্রভ পদার্থের মধ্যে সূর্য্য নক্ষত্রাদির প্রভা স্বাভাবিক, আর দীপাদির প্রভা নৈমিত্তিক।

১৩৩। স্বচ্ছ ও অস্বচ্ছ পদার্থ।—কাচ, হীরক প্রভৃতি কতকগুলি কঠিন পদার্থ, অধিকাংশ দ্রব পদার্থ এবং যাবতীয় বর্ণহীন বায়বীয় পদার্থ আলোকরশ্মি শোষণ না করিয়া অবাধে আপনার মধ্য দিয়া যাইতে দেয়। ইহাদিগকে স্বচ্ছ পদার্থ বলে। স্বচ্ছ পদার্থের উপর আলোক পড়িলে উহা প্রতিক্রম হইতে পারে না, সুতরাং স্বচ্ছ পদার্থের ছায়া পড়ে না। কাঁঠ, প্রস্তর প্রভৃতির ছায় যে সকল পদার্থের ভিতর দিয়া আলোক যাইতে পারে না, তাহাকে অস্বচ্ছ বলে। অস্বচ্ছ পদার্থের উপর আলোক পড়িলে উহা প্রতিক্রম হয়, সুতরাং অস্বচ্ছ পদার্থের ছায়া পড়ে। বায়ু ও জল স্বচ্ছ বটে, কিন্তু অধিক গভীর হইলে উহারাও আলোক শোষণ করে। এই জন্য গভীর জলের নিম্নে কোন দ্রব্য দেখা যায় না। ভূপৃষ্ঠের উপর দাঁড়াইয়া যত নক্ষত্র দেখা যায়, পর্ব্বতের উপর যাইলে তদপেক্ষা

অধিক সংখ্যক নক্ষত্র দৃষ্টিগোচর হয়। উদয় ও অস্তকালে সূর্য্যের কিরণ নিম্নস্থ ঘন বায়ুর মধ্য দিয়া আমাদের চক্ষে আইসে বলিয়া অনেকটা শোষিত হয় এবং তাই বড় প্রথর বোধ হয় না।

১৩৪। আলোকের বেগ।—দূরে একটা বন্দুক আওয়াজ করিলে প্রথমে আলোক দেখা যায়, তৎপরে কয়েক সেকেন্ডে বিলম্বে শব্দ শুনিতে পাওয়া যায়। এস্থলে কি হয়? বন্দুকের মুখ হইতে একই সময়ে আলোক ও শব্দ বাহির হইয়া ছুটিতে থাকে। শব্দ অপেক্ষা আলোক অত্যন্ত দ্রুতগামী বলিয়া আলোক চক্ষুতে অগ্রে পঁহুছে, শব্দের কর্ণে পঁহুছিতে বিলম্ব হয়। ডেনমার্ক দেশীয় রোমার নামক এক জ্যোতির্বিৎ পণ্ডিত আলোকের বেগ প্রথম নিরূপণ করেন। আলোক প্রতি সেকেন্ডে ১৮৬,০০০ মাইল ছুটে। সূর্য্য হইতে পৃথিবী ৯ কোটি মাইল দূর। সূর্য্যের আলোক ৮ মিনিটের মধ্যে এত দূর ছুটিয়া আইসে। সুতরাং যদি সূর্য্য হঠাৎ একেবারে নিবিয়া যায়, তাহা হইলে নিবিবার ৮ মিনিট পরে আমরা তাহা টের পাইব।

আমাদের মনে হয় যেন, প্রদীপ্ত পদার্থের ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অণু সকল প্রতি সেকেন্ডে ১৮৬,০০০ মাইল ছুটিতে পারে এবং তাহাই আলোক। তাহা হইলে আমরা একটীমাত্র আলোক-রশ্মির আঘাতেই চূর্ণ বিচূর্ণ হইতাম। বাস্তবিক তাহা নহে, শব্দ যে প্রকারে কর্ণে প্রবেশ করে, আলোকও ঠিক সেই প্রকারে চক্ষুতে প্রবেশ করে। একটা বন্দুক ছুড়িলে বায়ুর ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অণু সকল সমস্ত পথ ছুটিয়া আসিয়া আমাদের কর্ণে

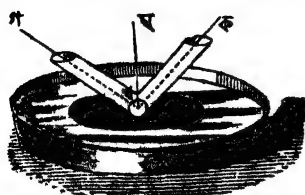
প্রবেশ করে না। সেইরূপ আমরা যখন একটি আলোকরশ্মি দেখিতে পাই, তখন প্রদীপ্ত পদার্থটী হইতে একটি ক্ষুদ্র অণু ছুটিয়া আসিয়া আমাদের চক্ষুতে লাগে না। ১৯শ চিত্রে মার্কেলের পরীক্ষাতে যেরূপ দেখা গিয়াছে, ঠিক সেই প্রণালীতে অণু হইতে অণু আঘাত বহন করিয়া আমাদের চক্ষুতে আলোকের জ্ঞান উৎপন্ন করে। প্রদীপ্ত পদার্থ এবং আমাদের চক্ষুর মধ্যে ইথার নামে যে অতি সূক্ষ্ম পদার্থ আছে, প্রদীপ্ত পদার্থের অণু সকলের কম্পনে সেই সূক্ষ্ম পদার্থে তরঙ্গ উৎপন্ন হয়; অণু হইতে অণু সেই আঘাত বহন করিয়া আমাদের চক্ষুতে পৌছিয়া দেয়।

১৩৫। আলোক-রশ্মির প্রাথম্য।—আলোক-রশ্মি যতদূর যায় *সেই দূরত্বের বর্গানুসারে তাহার প্রাথম্যের হ্রাস হয়। একটি প্রদীপ হইতে তৎপ্রকাশিত কোন বস্তু যত দূরে যাইবে ততই তাহার উপর পতিত আলোক ক্ষীণ হইতে থাকিবে। একটি দীপের এক হাত অন্তরে দাঁড়াইলে আমার শরীরের উপর যে আলোক পড়িবে তাহা যত উজ্জল, দুই হাত অন্তরে দাঁড়াইলে তাহার চারি ভাগের এক ভাগ উজ্জল হইবে, তিন হাত অন্তরে দাঁড়াইলে নয় ভাগের এক ভাগ উজ্জল হইবে। অতএব দূরত্বের বর্গানুসারে আলোকের প্রাথম্যের হ্রাস হয়।

১৩৬। আলোক-রশ্মি কি ভাবে বিকীর্ণ হয়?—আলোক-রশ্মি সরল রেখাক্রমে বিকীর্ণ হয়। জানালায় ছিদ্র দিয়া ঘরের মধ্যে আলোক আসিলে উহা ঠিক সরল রেখাক্রমে

পড়ে। কয়েক খানি কাগজে ছিদ্র করিয়া পর পর এমন ভাবে বসাও যে, ছিদ্র গুলি ঠিক সমসূত্রপাতে অবস্থিত হয়। কাগজ-গুলির পশ্চাতে একটি দীপালোক ধরিলে ঐ ছিদ্রগুলির মধ্য দিয়া আলোক-রশ্মি চক্ষে আসিয়া লাগে। ছিদ্রগুলি যদি সম-সূত্রপাতে অবস্থিত না হয়, তবে দীপালোক দেখা যাইবে না। বিকীর্ণ তাপরশ্মিই দীপ্তিমান হইলে আলোকরশ্মি হয়; সূত-রাং তাপরশ্মিও সরল রেখাক্রমে বিকীর্ণ হয়। প্রতিক্ষেপ, পরি-ক্ষেপ ও বিবর্তন এই তিন কারণে বিকীর্ণ তাপ ও আলোকের সরল গতি পরিবর্তিত হয়।

১৩৭। আলোক প্রতিক্ষেপ।—কোন ধাতুর মন্ডল গাত্রে আলোক পড়িলে উহা প্রতিক্ষিপ্ত হয়। একখানি দর্পণের সম্মুখে একটি জ্বলন্ত বাতি ধরিলে দর্পণের মধ্যে ঐ বাতির একটি প্রতিবিম্ব দেখিতে পাওয়া যায়। ইহার কারণ এই যে, বাতির আলোকরশ্মি সকল দর্পণের উপর পড়িয়া তোমার চক্ষুতে প্রতিক্ষিপ্ত হয়; তাহাতে মনে হয় যেন, ঐ রশ্মি সকল তোমার চক্ষুতে বাতি হইতে না আসিয়া, দর্পণ হইতে আসিতেছে।



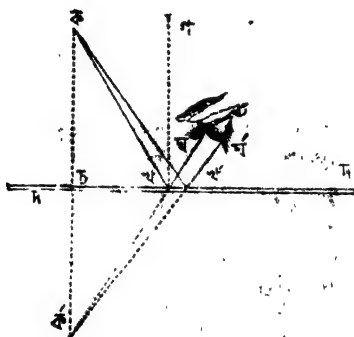
ক্ষাতে বুঝা যাইবে। একটি বিস্তীর্ণ পাত্রে পারদ ঢালিলে উহার উপরিভাগ খুব মন্ডল ও সমতল হইবে। একটি বক্র নলের কোণ যেখানে,

ঠিক তাহারই নিম্নে (২৫শ চিত্র দেখ) একটি ছিদ্র কর। এই বক্র নলটী ঐ পাত্রস্থ পারদের উপরে বসাইয়া, উহার দক্ষিণ বাহু দিয়া একটি জলন্ত বাতির আলোক উহার ভিতর প্রবিষ্ট করাও। নলের বাম বাহুর প্রান্তে চক্ষু রাখিলে ঐ বাতির আলোক পারদের উপর হইতে প্রতিক্ষিপ্ত হইয়া তোমার চক্ষুতে আসিবে।

এই পরীক্ষাতে বাতির আলোক-রশ্মিগুলি নলের একটি বাহু দিয়া নানিয়া গিয়া পারদের উপর পড়ে; তৎপরে পারদের উপর হইতে প্রতিক্ষিপ্ত হইয়া অপর বাহুর ভিতর দিয়া উঠিয়া আইসে। কিন্তু এরূপ হইতে হইলে দুইটী জিনিস আবশ্যক। প্রথমতঃ নলের দুইটী বাহুর সমান অবনতি হওয়া আবশ্যক, অর্থাৎ কখন আপতন কোণ কখন প্রতিক্ষেপ কোণের সমান হইবে; দ্বিতীয়তঃ একটি বাহু অপর বাহুর ঠিক বিপরীত দিকে অবস্থিত হওয়া আবশ্যক, অর্থাৎ দুইটী বাহু পারদের উপর শুইয়া পড়িলে একটি সরল রেখা হইবে। সুতরাং একটি আলোক-রশ্মি কোন মন্ডল পৃষ্ঠে পড়িলে উহা যে অবনতিক্রমে ঐ পৃষ্ঠের উপর পড়ে, প্রতিক্ষিপ্ত রশ্মি ঠিক সেই অবনতিক্রমে উঠে, এবং উভয় রশ্মি পরস্পর ঠিক বিপরীত দিকে থাকে, অর্থাৎ যদি উহার ঐ মন্ডল পৃষ্ঠের উপর শুইয়া পড়ে, তাহা হইলে উভয়ে জুড়িয়া একটি সরল রেখা হইবে, ভগ্নরেখা হইবে না।

জ্যানিতির জ্ঞান ব্যতিরেকে আলোক প্রতিক্ষেপের নিয়ম বুঝা যায় না, তবে ২৬শ চিত্রের সাহায্যে কথঞ্চিৎ বুঝা যাইবে। ২৬শ চিত্রে ক একটি দীপ্তিমান বিন্দু, উহা হইতে আলোক বাহির হইতেছে; দদ একখানি দর্পণ। কখন এবং কখন দুইটী আলোকরশ্মি ক হইতে বাহির হইয়া দর্পণের উপর খ এবং গ

বিন্দুতে পড়িয়াছে। এই দুইটি রশ্মি দর্শকের চক্ষুতে খব এবং খর্ষ দিক্ দিয়া উঠিবে। কখ রশ্মির অবনতি—কখগ কোণ, খঘ প্রতিক্রিপ্ত রশ্মির অবনতি—গখঘ কোণের সমান; সেইকপ, কখ রশ্মির অবনতি খর্ষ প্রতিক্রিপ্ত রশ্মির অবনতির সমান। এখন কর্ণনা কর, খঘ ও খর্ষ প্রতিক্রিপ্ত রশ্মিদ্বয় যে রেখা ক্রমে উঠিয়াছে, সেই রেখাদ্বয় দর্পণের অপর পৃষ্ঠের দিকে বর্দ্ধিত করা

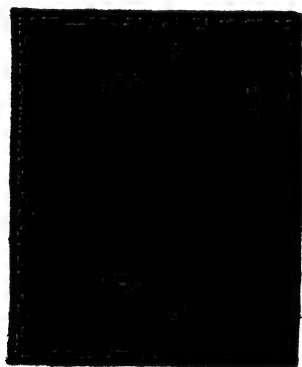


২৬শ চিত্র।

হইল। ঐ বর্দ্ধিত-রেখাদ্বয় ক বিন্দুতে মিলিত হইবে। ক বিন্দু দর্পণের যত উপরে, ক বিন্দু দর্পণের ঠিক তত নিম্নে, অর্থাৎ কচ ও কচ পরস্পর সমান। দর্শকের চক্ষুতে বোধ হইবে যেন, ঐ রশ্মিদ্বয় ক বিন্দু হইতে আসিতেছে,—সুতরাং ক বিন্দুটি দর্পণের যত উপরে, প্রতিবিম্ব ক ঠিক তত নিম্নে বোধ হইবে।

যদি একখানি দর্পণের সম্মুখে তুমি দাঁড়াও, তাহা হইলে দর্পণের ভিতর তুমি তোমার প্রতিবিম্ব দেখিতে পাইবে। দর্পণ হইতে যত দূরে তুমি দাঁড়াইবে, তোমার প্রতিবিম্ব দর্পণের তত

পশ্চাতে বোধ হইবে। তুমি যদি দর্পণের কাছে ঘেঁসিয়া যাও, প্রতিবিম্ব ঘেঁসিয়া আসিবে; যদি দর্পণ হইতে দূরে যাও, প্রতিবিম্বও দূরে যাইবে। কিন্তু এই প্রভেদ দেখিতে পাইবে যে, তোমার দক্ষিণ হস্ত প্রতিবিম্বের বাম হস্ত হইয়াছে, এবং তোমার দক্ষিণ পাশ্ব প্রতিবিম্বের বাম পাশ্ব হইয়াছে; অপরূপর বিষয়ে তোমাতে ও তোমার প্রতিবিম্বে কোন প্রভেদ নাই। ২৭শ চিত্রে উপরের প্রতিবিম্ব নিম্নে দেখাইতেছে; ক, খ, গ তিনটা অক্ষর দক্ষিণ হইতে বামে গিয়াছে, বাম হইতে দক্ষিণে যায় নাই।



২৭শ চিত্র।

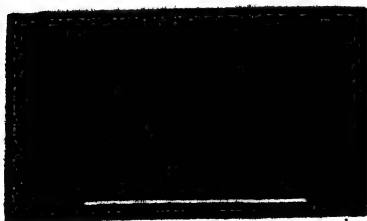
কোন পদার্থের আলোক-রশ্মি সকল অপর কোন মন্থণ পদার্থের পৃষ্ঠদেশ হইতে প্রতিক্ষিপ্ত হইলে প্রতিক্ষেপ রেখার দিকেই সেই পদার্থটিকে দেখিতে পাওয়া যায়; তাহার নিজ প্রকৃত স্থানে দেখা যায় না।

আলোক-প্রতিক্ষেপকারী দ্রব্যের পৃষ্ঠদেশ যদি সমতল না

হয়, তাহা হইলে অদ্ভুত প্রকারের প্রতিবিম্ব উৎপন্ন হয়। একটা গোলাকৃতি কাঁসার পাত্রেয় গাত্রে দেখিলে তোমার একটা অতি ক্ষুদ্র অদ্ভুত প্রতিবিম্ব দেখিতে পাইবে।

২০শ চিত্রে যে ছুইখানি কটাহাকৃতি প্রতিক্ষেপক দর্পণ বসান রহিয়াছে, তাহার বাম দর্পণের অধিশ্রয়ণ বিন্দুতে একটা উত্তপ্ত গোলা রাখিয়া দক্ষিণ দর্পণের অধিশ্রয়ণ বিন্দুতে হাত রাখিলে হাতে অত্যন্ত গরম ঠেকিবে। এইরূপ ছুইখানি বৃহৎ প্রতিক্ষেপক দর্পণ পঞ্চাশ ফুট অন্তর বসাইয়াও এক খানির অধিশ্রয়ণ বিন্দুতে অগ্নি জালিলে অপর খানির অধিশ্রয়ণ বিন্দুতে এত উত্তাপ হয় যে, তাহাতে মাংস পর্য্যন্ত সিদ্ধ করিতে পারা যায়। ইহার কারণ এই যে, অগ্নির তাপ-রশ্মিগুলি নিকটবর্তী দর্পণে পড়িয়া দূরবর্তী দর্পণে প্রতিক্ষিপ্ত হয়, এবং পুনরায় প্রতি-ক্ষিপ্ত হইয়া ঐ দূরবর্তী দর্পণের অধিশ্রয়ণ বিন্দুতে উপস্থিত হয়। তখন এই বিন্দুতে অপর বিন্দুস্থ অগ্নির একটা প্রতিবিম্ব উৎপন্ন হয়। এই প্রতিবিম্বের এত অধিক তাপ যে, মাংস সিদ্ধ হইতে পারে। দেখা গেল যে, আলোকের ভায় তাপও প্রতিক্ষিপ্ত হয়।

১৩৮। আলোক পরিক্ষেপ।—মন্ডন ও চিকণ পদা-



২৮শ চিত্র।

র্থের উপর আলোকরশ্মি পড়িলে উহা নির্দিষ্ট দিকে প্রতিক্ষিপ্ত

হয়, কিন্তু অমসৃণ ও অস্বচ্ছ পদার্থের উপর আলোক-রশ্মি পড়িলে উহা অনির্দিষ্ট দিকে যায়, ইহাকে আলোক-পরি-
ক্ষেপ বলে। ২৮শ চিত্রে আলোক-প্রতিক্ষেপ এবং ২৯শ চিত্রে
আলোক-পরিক্ষেপের প্রণালী প্রদর্শিত হইল। প্রতিক্ষিপ্ত ও



২৯শ চিত্র।

পরিক্ষিপ্ত আলোকের কার্য সম্পূর্ণ বিভিন্ন। যে পদার্থের
আলোক কোন মসৃণ পদার্থের উপর পড়িয়া প্রতিক্ষিপ্ত হয়,
প্রতিক্ষিপ্ত আলোক সেই পদার্থেরই প্রতিবিম্ব দেখায়, প্রতি-
ক্ষেপক পদার্থকে দেখায় না; কিন্তু কোন পদার্থের আলোক
অপব পদার্থে পড়িয়া পরিক্ষিপ্ত হইলে পরিক্ষিপ্ত আলোক পরি-
ক্ষেপক পদার্থকেই দেখায়। অগতের সমস্ত পদার্থ পরিক্ষিপ্ত
আলোকেই দেখা যায়। ঘর, বাড়ী, জল, গাছ, পাথর, ঘটা,
বাটা প্রভৃতি সমস্ত পদার্থের উপর সূর্যালোক পড়িয়া পুনঃ পুনঃ
চারিদিকে পরিক্ষিপ্ত হয়। ঘরের ভিতর সূর্য্যের কিরণ সাক্ষাৎ
ভাবে আসে না, কিন্তু পরিক্ষিপ্ত আলোক আসিয়া ঘরের সমস্ত
দ্রব্যকে দেখাইয়া দেয়।

১৩৯। আলোক-শোষণ।—একটি আলোকরশ্মি কোন মন্ডণ পদার্থের উপর পড়িলে সমগ্র রশ্মিটাই প্রতিক্রিষ্ট হয়, অথবা অমন্ডণ পদার্থের উপর পড়িলে সমগ্র রশ্মিটাই পরিক্রিষ্ট হয়, এমন নহে। যে পদার্থের উপর রশ্মিটা পড়ে, তাহা উহার কিয়দংশ শোষণ করিয়া ফেলে। প্রত্যুত, কোন পদার্থের উপর একটি আলোকরশ্মি পড়িলে পদার্থটা উহাকে তিন ভাগে বিভক্ত করে, এক ভাগ প্রতিক্রিষ্ট হয়, এক ভাগ পরিক্রিষ্ট হয়, এক ভাগ শোষিত হয়। যদি জগতে কোন পদার্থ সম্পূর্ণ মন্ডণ থাকিত, তাহা হইলে উহার উপর আলোকরশ্মি পড়িলে সমগ্র রশ্মিটাই প্রতিক্রিষ্ট হইত; কিন্তু সেরূপ পদার্থ সম্ভবে না।

১৪০। আলোক বিবর্তন।—একটি পাত্রের পাত্রের তলায় একটি টাকা রাখিয়া পাত্র হইতে এমন দূরে দাঁড়াও যে, পাত্রের কাণার উপর দিয়া টাকাটা প্রায় দেখা যায় না। এখন পাত্রটা জলপূর্ণ করিলে, যে টাকাটা এতক্ষণ অদৃশ্য ছিল, তাহা বেশ দেখা যাইবে। ইহার কারণ এই যে, টাকাটা হইতে আলোকরশ্মি জলের মধ্য দিয়া আসিতে আসিতে যখন জলের পৃষ্ঠদেশ ছাড়াইয়া বায়ুর মধ্যে প্রবেশ করে, তখন উহার গতি বাকিয়া যায়। এক স্বচ্ছ পদার্থ হইতে অন্য স্বচ্ছ পদার্থের মধ্যে প্রবেশ করিতে হইলে আলোকরশ্মির এইরূপ বিবর্তন হয় বলিয়াই পাত্রের তলা এবং টাকা যেন খানিকটা উপরে উঠিয়াছে বলিয়া বোধ হয়। টাকাটির স্থানে যদি একটি ক্ষুদ্র মণ্ড থাকে, তাহা হইলে মণ্ডটা তোমাকে দেখিতে পাইবে। আলোকের

গতি এইরূপ ভাঙ্গিয়া যায় বলিয়া, একগাছি ষষ্টির কিয়দংশ জলে ডুবাইলে জলের পৃষ্ঠদেশ হইতে ষষ্টিগাছি ভাঙ্গিয়া বক্র হইয়াছে বলিয়া বোধ হয় ; কোন জলাশয় যত গভীর, তুলদেশের দিকে তাকাইলে তত গভীর বোধ হয় না ; মাছ যেখানে থাকে, তাহা অপেক্ষা উচ্চে রহিয়াছে বলিয়া বোধ হয় ।

যদি একটি আলোকরশ্মি গড়ানে ভাবে জলের পৃষ্ঠদেশে গিয়া পড়ে, তাহা হইলে জলের ভিতর গিয়া উহা একরূপ বক্রীভূত হয় যে, পূর্বাপেক্ষা কম গড়ানে বোধ হয়, ; আবার যদি জলের ভিতর হইতে একটি আলোকরশ্মি গড়ানে ভাবে বাহির হইয়া আইসে, তাহা হইলে উহা একরূপ বক্রীভূত হয় যে, পূর্বাপেক্ষা অধিক গড়ানে বোধ হয় । স্বচ্ছ কাচের মধ্যে যদি একটি আলোক-রশ্মি গড়ানে ভাবে প্রবেশ করে, তাহা হইলে উহা পূর্বাপেক্ষা কম গড়ানে বোধ হয় । একখানি পুরু সমতলপৃষ্ঠ কাচের



৩০শ চিত্র ।

ভিতর দিয়া আলোকরশ্মির কিরূপ গতি হয়, তাহাই ৩০শ চিত্রে প্রদর্শিত হইয়াছে । চিত্রে দেখা যাইতেছে, কাচের ভিতর প্রবেশ করিবার পূর্বে আলোকরশ্মিটা যে দিকে চলিতেছিল,

কাচ হইতে বাহির হইবার পরেও ঠিক সেই দিকে চলিতে থাকে, কেবল কাচের ভিতরটুকু ভিন্ন দিক্ দিয়া যায়।

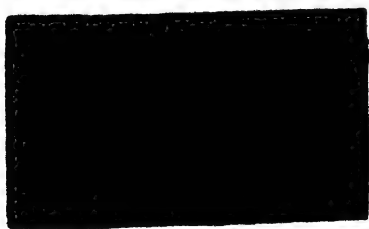
আলোক-বিবর্তনের কারণেই গোধূলি ও উষা হয়। উদয়ের পূর্বে ও অন্তগমনের পরে সূর্য্য যখন আমাদের চক্রবাল-রেখার (Horizon) নিম্নে থাকে, তখন তাহার আলোকরশ্মি বায়ুমণ্ডলের উপরিভাগে পড়িয়া ঘনতর নিম্নস্থ বায়ুর দিকে বিবর্তিত হয়, তাহাতেই সূর্য্য অলঙ্কিত থাকিলেও উহার কিরণমালা কিয়ৎক্ষণ ধরিয়া ভূপৃষ্ঠকে আলোকিত রাখে।

এখন সমতল-পৃষ্ঠ ভিন্ন অল্প প্রকারের কাচে আলোক-রশ্মির কিরূপ গতি হয়, তাহা দেখা যাউক।

৩১শ চিত্রে একখানি ত্রিশির কাচের প্রতিকল্প অঙ্কিত হইয়াছে; ঝাড়ের কলম অধিকাংশ এই রূপ আকৃতির। একখানি ত্রিশির কাচ মধ্যস্থলে ঠিক সমতল ভাবে কাটিলে



৩১শ চিত্র

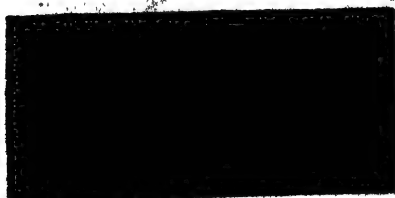


৩২শ চিত্র।

কর্তিত অংশের উপরিভাগ যেরূপ দেখায়, তাহাই দেখাইবার

কল্প ৩২শ চিত্রটী অঙ্কিত হইয়াছে। উহা সমতল ভাবে পাতিত একটী ত্রিভুজের স্থায় দেখায়। একখানি ত্রিশির কাচের মধ্য দিয়া বাইতে হইলে আলোক-রশ্মি কিরূপ ভাবে বক্রীভূত হয়, তাহাই ৩২শ চিত্রে দেখান হইয়াছে। রশ্মিটী ত্রিশির কাচের ভিতর প্রবেশ করিলে কাচখানির স্থল অংশের দিকে বক্র হয়। সমতল-পৃষ্ঠ কাচের বেলায় কাচের ভিতরটুকু ছাড়া আলোকরশ্মির দিক্ পরিবর্তিত হয় না, কিন্তু ত্রিশির কাচের বেলায় আলোকরশ্মির দিক্ সম্পূর্ণ পরিবর্তিত হইয়া যায়।

১৪১। দৃষ্টিকাচ দ্বারা কিরূপে প্রতিবিম্ব উৎপন্ন হয় ?—৩৩শ চিত্রে এক প্রকার দৃষ্টিকাচের আকৃতি অঙ্কিত হইয়াছে, উহার মধ্যভাগ স্থল কিন্তু প্রান্তভাগ হ্রস্ব। মধ্যভাগ স্থল বলিয়া দৃষ্টিকাচ ত্রিশির কাচের স্থায় কার্য্য করে। একখানি দৃষ্টিকাচের উপর কতকগুলি ৩৩শ চিত্র। আলোকরশ্মি পড়িলে তৎসমস্ত কাচখানির স্থল ভাগের দিকে বক্র হয়। এই বক্রগতিক্রমে চলিতে চলিতে



৩৪শ চিত্র।

সমস্ত রশ্মিগুলি কাচের অপর পৃষ্ঠ ছাড়াইয়া ক অধিশ্রয়ণ বিন্দুতে সম্মিলিত হয় (৩৪শ চিত্র দেখ)।

একখানি দৃষ্টিকাচ সূর্য্যাকিরণে ধরিলে যতগুলি কিরণ ঐ কাচের উপর পড়িবে, তৎসমস্তই কাচের অপরদিকে অধিশ্রয়ণ বিন্দুতে সম্মিলিত হইবে। এই বিন্দুতে একখানি কাগজ ধরিলে উহার উপর সূর্য্যের একটি ক্ষুদ্র উজ্জ্বল প্রতিবিম্ব পড়িবে। এই প্রতিবিম্ব এত উষ্ণ যে, তাহাতে কাগজখানিতে আগুন ধরিয়া উঠিবে। প্রত্যুত, দৃষ্টিকাচখানি এ সময় আত্মসীকাচের কার্য্য করে। আত্মসীকাচের অপর নাম সূর্য্যকাস্ত মণি।

দৃষ্টিকাচ দ্বারা সকল পদার্থেরই প্রতিবিম্ব উৎপন্ন করিতে পারা যায়। দৃষ্টিকাচের একদিকে একটি জলস্ত বাতি রাখিয়া অপরদিকে একখানি তৈলাক্ত কাগজ ধরিলে বাতির আলোক-রশ্মি সকল কাচের ভিতর দিয়া গিয়া উহার পশ্চাদ্ধিকে কাগজখানির উপর বাতিটির একটি প্রতিবিম্ব গড়িবে। প্রতি-বিম্বটি উল্টা দেখাইবে, বাতির উর্দ্ধভাগ প্রতিবিম্বের নিম্নভাগ হইবে, আর বাতির নিম্নভাগ প্রতিবিম্বের উর্দ্ধভাগ হইবে। সুতরাং দৃষ্টিকাচের সম্মুখে কোন দীপ্তিমান পদার্থ রাখিলেই বিপরীত দিকে উহার একটি ক্ষুদ্র প্রতিবিম্ব দেখা যাইবে। যদি কোন দৃষ্টিকাচের সম্মুখে তুমি দাঁড়াও, উহার পশ্চাতে তোমার প্রতিবিম্ব পড়িবে। এই উপায়েই ফটোগ্রাফ তুলে।



৩৫শ চিত্র।

এক কক্ষবর্ণ বাস্কের এক প্রান্তে একখানি দৃষ্টিকাচ বসান

থাকে (৩৫শ চিত্র দেখ)। বায়ুটীর ভিতর অন্ধকারময়। কোন ব্যক্তিকে দৃষ্টিকাচখানির সম্মুখ দিকে দাঁড় করাইলে সেই ব্যক্তির একটি প্রতিবিম্ব ঐ অন্ধকারময় বায়ুর ভিতর গিয়া পড়ে। বায়ুর ভিতর একখানি ঘর্ষিত কাচ দিয়া তাহারই উপরে ঐ প্রতিবিম্ব ধরিয়া ভাল করিয়া পরীক্ষা করা হয়। যখন প্রতিবিম্বটা ঐ ব্যক্তির খাঁটি প্রতিক্রপ হইয়াছে বলিয়া বুঝা যায়, তখন ঘর্ষিত কাচখানি তুলিয়া তাহার স্থানে আর একখানি কাচ বসান হয়। এই কাচের উপর এক প্রকার প্রলেপ মাখান থাকে। বায়ুর অভ্যন্তরস্থ প্রতিবিম্বের দীপ্তিমান অংশ সকল এই কাচের যে যে অংশে লাগে, সেই সেই অংশের প্রলেপ বিল্লিষ্ট হইয়া যায়, কিন্তু প্রতিবিম্বের দীপ্তিহীন অংশ সকল ঐ কাচের যে যে অংশে লাগে, তাহার প্রলেপ বিল্লিষ্ট হয় না। এই উপায়ে প্রতিবিম্বটা ঐ পদার্থের উপর নিজের একটি ছবি মুদ্রিত করিয়া ফেলে; কিন্তু এই ছবিতে প্রতিবিম্বের দীপ্তিমান ভাগ দীপ্তিহীন ভাগের ত্রায় দেখায় এবং দীপ্তিহীন ভাগ দীপ্তিমান ভাগের ত্রায় দেখায়। এই অবস্থাতে ছবিখানিকে ঋণাত্মকব্যবসায়ীরা (Negative) নেগেটিভ প্রতিক্রপ বলে। এই নেগেটিভ হইতে যে প্রকৃত ছবি তোলা হয়, তাহাকে (Positive) পজিটিভ প্রতিক্রপ বলে। নেগেটিভ প্রতিক্রপকে বিপরীত এবং পজিটিভ প্রতিক্রপকে প্রকৃত প্রতিক্রপ বলা যাইতে পারে।

১৪২। **বিপুল-দর্শক কাচ**।—অত্যন্ত ক্ষুদ্র বস্তুও দৃষ্টিকাচের সাহায্যে বড় দেখাইতে পারে; কিন্তু তাহা হইলে কাচ খানি ঐ বস্তুর অত্যন্ত নিকটে ধরা আবশ্যক। যে কাচের

সাহায্যে ক্ষুদ্র বস্তু বড় দেখায়, তাহাকে **বিপুল-দর্শক কাচ** বলে। এরূপ বিপুল-দর্শক কাচ দ্বারা চন্দ্র কি কোন গ্রহের জায় দূরবর্তী পদার্থ বড় দেখায় না, অত্যন্ত নিকটবর্তী পদার্থই বড় দেখায়। চন্দ্র কি কোন গ্রহের আকৃতি বড় করিয়া দেখিতে ইচ্ছা করিলে দুই খানি কাচ আবশ্যক—একখানি বড় কাচ, তাহাতে তুমি দূরবর্তী পদার্থের প্রতিবিম্ব পাইবে, আর এক খানি বিপুলদর্শক কাচ—তাহাতে তুমি ঐ প্রতিবিম্ব বড় করিয়া দেখিতে পাইবে, সুতরাং পরীক্ষা করিবার সুবিধা হইবে। অতএব যদিও তুমি কোন নিকটবর্তী পদার্থকে বড় দেখিতে ইচ্ছা কর, তাহা হইলে বিপুলদর্শক কাচ লও; আর যদি তুমি দূরবর্তী পদার্থ বড় দেখিতে চাও, তাহা হইলে প্রথমে একখানি দৃষ্টিকাচ দ্বারা দূরবর্তী পদার্থের প্রতিবিম্ব নিকটে আন, এবং তৎপরে একখানি বিপুলদর্শক কাচ দ্বারা সেই প্রতিবিম্বকে বড় করিয়া পরীক্ষা কর। এইরূপ দুইখানি কাচের সমাবেশ হইলে **দূরবীক্ষণ যন্ত্র** প্রস্তুত হয়। দূরবীক্ষণ যন্ত্রে ঐ দুইখানি কাচ লম্বা নলের ভিতর আবদ্ধ থাকে; তাহাতে বাহিরের আলোক প্রবেশ করিতে পায় না।

১৪৩। **ভিন্ন ভিন্ন প্রকার আলোক ভিন্ন ভিন্ন পরিমাণ বক্র হয়।**—একটি আলোকরশ্মি জিশির কাচের মধ্য দিয়া যাইলে উহার গতি বক্র হয়, তাহা দেখা গিয়াছে। এখন দেখা যাইবে যে, সকল প্রকার আলোকরশ্মি সমান পরিমাণ বক্র হয় না। ৩৬শ চিত্রে লাল বর্ণের রশ্মি কতটুকু বক্র হয়, তাহা দেখা যাইতেছে। ঐটী যদি লাল না হইয়া পাটলবর্ণের

রশ্মি হয়, তাহা হইলে আরও একটু বক্র হয় ; যদি পীতবর্ণের হয়, তাহা হইলে পাটল অপেক্ষাও বক্র হয় ; সবুজ হইলে পীত অপেক্ষা, ক্রীষ্ণ নীল হইলে সবুজ অপেক্ষা, গাঢ় নীল হইলে ক্রীষ্ণ নীল অপেক্ষা, বেগুনিয়া হইলে গাঢ় নীল অপেক্ষাও বক্র হয় ।

যখন সূর্য্যরশ্মি ত্রিশির কাচের মধ্যে প্রবেশ করে, তখন উহা সম্পূর্ণ স্বেতবর্ণ দেখায়, অথচ কাচ হইতে বাহির হইবার সময় সাতটা পৃথক্ বর্ণ দেখিতে পাই, ইহার কারণ কি ? সূর্য্যরশ্মি সাত বর্ণের সাত প্রকার রশ্মির মিশ্রণে উৎপন্ন । এই রশ্মিগুলি ত্রিশির কাচের মধ্যে প্রবেশ করিবার সময় মিশ্রিতাবস্থায় প্রবিষ্ট হয়, কিন্তু কাচের অপর পার্শ্ব দিয়া বাহির হইবার সময় আর মিশ্রিত থাকিতে পারে না ; কারণ, লাল রশ্মি যতটুকু বাঁকিবে পাটল রশ্মি তদপেক্ষা অধিক বাঁকিবে, পীত রশ্মি আরও বাঁকিবে, এইরূপ যথাক্রমে বাঁকিবার পরিমাণ বাড়িতে থাকে । সাতটা রশ্মিই যদি সমান পরিমাণ বাঁকিত, তাহা হইলে উহা-দিগের বিচ্ছিন্ন হইবার কারণ থাকিত না ; যেমন মিশ্রিতাবস্থায় ত্রিশির কাচের মধ্যে প্রবেশ করিত, তেমনই মিশ্রিতাবস্থায় বাঁকিয়া বাহির হইত । কিন্তু প্রত্যেক রশ্মির বাঁকিবার পরিমাণ ভিন্ন ভিন্ন হওয়াতে, ত্রিশির কাচ হইতে বাহির হইবার সময় সাতটা রশ্মি পৃথক্ পৃথক্ হইয়া পড়ে । বৃষ্টির সময় যখন মেঘ হইতে জল পড়িতে থাকে, তখন জনকধামমুখে সূর্য্যরশ্মি পড়িলে, সেই রশ্মি ভাঙ্গিয়া গিয়া সূর্য্যের বিপরীত দিকে সাত প্রকার বর্ণ প্রকাশ করে ; ইহাতেই রামধনু উদ্ভিত হয় ।

কতকগুলি বিভিন্ন বর্ণের রশ্মি মিশ্রিত হইয়া স্বেতালোক প্রস্তুত হয় ; এবং কতকগুলি পদার্থের ভিতর দিয়া বাইতে

হইলে ঐ রশ্মিগুলি পৃথক্ হইয়া পড়ে, এই তত্ত্বটী সার্ আইজাক নিউটন সৰ্ব্ব প্রথমে আবিষ্কার করেন। ত্রিশির কাচের সাহায্যে আমরা ঐ রশ্মিগুলি পৃথক্ করিতে পারি।

একটী অন্ধকারময় গৃহের কবাটে উজ্জ্বলভাবে একটী অপ্র-শস্ত ছিদ্র কাটিলে, সেই ছিদ্র দিয়া সূর্যালোক গৃহমধ্যে প্রবেশ করিবে। মনে কর, ৩৬শ চিত্রে সূ ছিদ্র দিয়া গৃহমধ্যে আলোক



...বেঙুগিয়া
...সবুজ
...লোহিত

৩৬শ চিত্র।

আসিতেছে ; ঘরের মধ্যে চ হইতে ছিদ্রের দিকে চাহিলে তুমি কেবল একটী আলোকময় ছিদ্রই দেখিতে পাইবে ; এই ছিদ্রের সাহায্যে তুমি বাহিরের সূর্য দেখিতে পার। ঘরের অন্ত স্থান হইতে দেখিলে চ স্থানে কিঞ্চিৎ সূর্যালোক দেখিতে পাইবে। ঐ আলোক ছিদ্রের ভিতর দিয়া চ স্থানে আসিয়া পড়িয়াছে। এই আলোকপথে একখানি ত্রিশির কাচ (চিত্র দেখ) ধরিলে চ হইতে তোমার চক্ষু আর ছিদ্র দেখিতে পাইবে না। কিন্তু ঐ কাচের স্থল ভাগের দিকে দৃষ্টি নিষ্ক্ষেপ করিলে, ঐ ছিদ্রাগত আলোক তোমার দৃষ্টিগোচর হইবে। কিন্তু যখন কাচ ধর নাই, তখন একটী আলোকময় ছিদ্র দেখিয়াছিলে ; এখন তাহার পরিবর্তে নানাবর্ণের একটী বিস্তৃত মালায় মত দেখিতে পাইবে। এই মালায় এক প্রান্তে লোহিত, তৎপরে ক্রমান্বয়ে পাটল, পীত,

হরিৎ, ঈষৎ নীল, গাঢ় নীল হইয়া অপর প্রান্তে বেগুনিয়া দেখা যাইবে। ইহার কারণ পূর্বেই বলিয়াছি। আবার যখন কাচ ধর নাই, তখন স্বৈতালোকময় একটি মাত্র ছিদ্র দেখিতেছিলে; এখন সেই স্বৈতালোক সাত বর্ণে বিভক্ত হওয়াতে, সাতটি পৃথক পৃথক বর্ণের ছিদ্র পাশাপাশি থাকিয়া একটি মানার মত দেখা-ইতে থাকিবে। এই সাত বর্ণের আলোকমানাকে সৌরদর্শন বলে।

১৪৪। বর্ণের উৎপত্তি।—যে পদার্থ হইতে সূর্য্য-রশ্মির যে বর্ণের কিরণ পরিক্ষিপ্ত হয়, উহা সেই বর্ণের দেখায়। জবা ফুল সূর্য্যরশ্মির লোহিত বর্ণের কিরণ পরিক্ষেপ করে, অপর ছয়টি বর্ণের কিরণগুলি শোষণ করিয়া ফেলে; তাহাতেই উহা লোহিতবর্ণ দেখায়। জবা ফুলটি সৌরদর্শনের লোহিতাংশে ধরিলে লোহিত দেখায়, কিন্তু অল্প অংশে ধরিলে কৃষ্ণবর্ণ দেখায়। কৃষ্ণবর্ণ দেখাইবার কারণ এই যে, লোহিত বর্ণ ব্যতীত অপর বর্ণের কিরণ জবা ফুলে শোষিত হইয়া যায়। যে পদার্থে সূর্য্যরশ্মির সমস্ত সাতটি বর্ণের কিরণ সমভাবে পরিক্ষিপ্ত হয়, তাহা অবশ্যই স্বৈতবর্ণ দেখায়। স্বৈতবর্ণ পদার্থ সৌরদর্শনের লোহিতাংশে ধরিলে লোহিত, পীত্যাংশে ধরিলে পীত, অর্থাৎ যে বর্ণের অংশে ধরিবে, সেই বর্ণের দেখাইবে। তাহার কারণ এই যে, উহা কোন বর্ণের কিরণ শোষণ করে না, সকল বর্ণের কিরণকেই পরিক্ষেপ করে। কৃষ্ণবর্ণ পদার্থ সৌরদর্শনের যে অংশেই ধর, কৃষ্ণবর্ণ দেখাইবে। কৃষ্ণবর্ণ পদার্থ সূর্য্যরশ্মির সাত বর্ণের কিরণকেই শোষণ করে, কোন বর্ণের কিরণকে পরিক্ষেপ করে না।

তৃতীয় পরিচ্ছেদ ।

তাপ । (দ্বিতীয় প্রস্তাব)

১৪৫ । তাপের প্রতিক্ষেপ, পরিক্ষেপ, শোষণ ও বিবর্তন ।—আলোকের স্থায় তাপেরও প্রতিক্ষেপ, পরিক্ষেপ, শোষণ ও বিবর্তন হয় । ৩৪শ চিত্রে দেখান হইয়াছে, একখানি দৃষ্টিকাচ সূর্য্যাকিরণে ধরিলে কাচের অপর দিকে অধিশ্রয়ণ বিন্দুতে কিরণগুলি সমাহৃত হয় । এস্থলে দৃষ্টিকাচের সাহায্যে আলোকও যেমন বিবর্তিত হয়, তাপও তেমনই বিবর্তিত হয় । ঐ কিরণ-সমাহার-বিন্দুতে একখানি কালী মাথান কাগজ ধরিলে, অতি শীঘ্র পুড়িয়া যাইবে । একখানি শাদা কাগজ ধরিলে, উহা তত শীঘ্র পুড়িবে না । তাহার কারণ এই যে, কৃষ্ণবর্ণ পদার্থ যত তাপ শোষণ করিতে পারে, শ্বেতবর্ণ পদার্থ তত পারে না ; শ্বেতবর্ণ পদার্থ হইতে তাপ পরিক্ষিপ্ত হইয়া যায় । শাদা কাগজের পরিবর্তে একখানি মসৃণ ও চক্কণ রাংতা ঐ বিন্দুতে ধরিলে উহা পুড়ে না, কারণ উহার চক্কণ পৃষ্ঠ হইতে তাপ প্রতিক্ষিপ্ত হইতে থাকে । যে বস্তু যত অধিক তাপ শোষণ করে, তাহা হইতে তত অল্প তাপ পরিক্ষিপ্ত বা প্রতিক্ষিপ্ত হয় । শীতকালে কৃষ্ণবর্ণ বস্ত্র গায়ে দিলে, উহা সূর্য্যতাপ শোষণ করিয়া শরীরে প্রদান করে । গ্রীষ্মকালে শ্বেতবর্ণ বস্ত্র গায়ে থাকিলে, উহা সূর্য্যতাপ শোষণ না করিয়া পরিক্ষেপ করে, সুতরাং বাহিরের তাপ শরীরে অধিক প্রবেশ করিতে পারে না ।

বায়ু অধিক তাপ শোষণ করিতে পারে না, কিন্তু মৃত্তিকা পারে। সূর্য্যতাপ বায়ুর ভিতর দিয়া আসে বটে, কিন্তু বায়ু দ্বারা শোষিত হয় না। তজ্জন্ত বায়ুমণ্ডলের উপরিভাগ আদৌ গরম নহে, অত্যন্ত শীতল। কিন্তু ভূপৃষ্ঠ সূর্য্যের তাপ শোষণ করিয়া এত উত্তপ্ত হয় যে, ভূপৃষ্ঠের তাপ পরিক্ষিপ্ত, পরিচালিত, পরিবাহিত ও বিকীর্ণ হইয়া নিকটবর্ত্তী বায়ু-ভাগকে উষ্ণ করিয়া তুলে।

কোন পদার্থ তাপ প্রতিক্ষেপ বা পরিক্ষেপ না করিয়া শোষণ করিলে, তাহার শোষণ শক্তি যত প্রবল, বিকিরণ শক্তি ঠিক তত প্রবল হইবে। মসৃণ চক্কণ ধাতুপাত্রের উপর তাপ পড়িলে প্রতিক্রিয়া হয়। তজ্জন্ত উহা অতি অল্প তাপ শোষণ করে। সুতরাং, উহা হইতে অতি অল্প তাপ বিকীর্ণ হয়। কৃষ্ণবর্ণ পদার্থ অত্যন্ত অধিক তাপ শোষণ করে বলিয়া উহা হইতে অত্যন্ত অধিক তাপ বিকীর্ণ হয়।

১৪৬। প্রত্যক্ষ গতি হইতে তাপ উৎপন্ন হয়, তাহার প্রমাণ।—ইতিপূর্বে দেখান গিয়াছে যে, শব্দে আমরা দুইটি বিষয় পাই; প্রথম, কম্পমান পদার্থ; দ্বিতীয়, ঐ পদার্থ বায়ু দ্বারা আমাদের কর্ণে যে তরঙ্গ প্রেরণ করে। ইহাও বলা গিয়াছে যে, উত্তপ্ত পদার্থের হৃদয় হৃদয় অণু সকল অতি দ্রুতবেগে কাপিতে থাকে; এবং কম্পমান পদার্থ হইতে যেমন শব্দ নির্গত হইয়া কর্ণে লাগে, তেমনই উত্তপ্ত পদার্থ হইতে তাপ নির্গত হইয়া চর্মে, ও আলোক নির্গত হইয়া চক্ষুতে লাগে। কিন্তু বস্তু কি ঢাক, কি অপর পদার্থকে কিরূপে কম্পিত করা যায়? উহাকে আঘাত করিয়া। বস্তুটার গায়ে হাতুড়ি

নারিলে উহা কাঁপিতে থাকে, তাহাতে শব্দ নির্গত হয়। হাতুড়ি যখন ঘণ্টার গায়ে লাগে, তখন হাতুড়ির কিরূপ ভাব? তখন উহা একটা দ্রুতগতিসম্পন্ন পদার্থ, সুতরাং উহার অনেক কার্য্য-করী শক্তি থাকে। ঘণ্টার আঘাত করিলেই হাতুড়ির কার্য্য-করী শক্তি ঘণ্টাতে সংক্রামিত হয়, তাহাতেই ঘণ্টা কাঁপিতে আরম্ভ করে। পূর্বে বলা হইয়াছে যে, কম্পমান পদার্থের কার্য্যকরী শক্তি আছে। সুতরাং হাতুড়ি ঘণ্টাতে যে আঘাত করিল, সে আঘাতের কার্য্যকরী শক্তি নষ্ট হয় নাই।

এখন মনে কর, এক জন কর্ম্মকার নেহাইএর উপর খানিকটা সীসা রাখিয়া তাহার উপর সজোরে হাতুড়ি দ্বারা আঘাত করিল। এ আঘাতে সীসা ঘণ্টার তায় কাঁপিবে না, কেবল ধপ্ করিয়া একটা শব্দ মাত্র হইবে। ঐ আঘাতের কার্য্যকরী শক্তির কি হইল? ঘণ্টার বেলায় উহা কম্পমান গতিতে পরিণত হইয়াছিল, সীসার বেলায় উহা কিসে পরিণত হইয়াছে? আঘাতে সীসাটুকু গরম হইয়া উঠিয়াছে, সীসার সমস্ত অণু কাঁপিতে আরম্ভ করিয়াছে; কিন্তু ঘণ্টার অণু সকল যেরূপে কাঁপিতেছিল, এ কম্পন সেরূপ নয়। যদিপি ঐ কর্ম্মকার অনেক ক্ষণ ধরিয়া ঐ সীসার উপর এইরূপ আঘাত করে, তাহা হইলে নিশ্চয়ই সীসাটুকু এত গরম হইয়া উঠিবে যে, সেই উত্তাপে গলিয়া যাইবে।

একটা বোতাম কিরূপে ধবিলে গরম হইয়া উঠে, বোতাম ধবিলে তুমি যে কার্য্যকরী শক্তি ব্যয় কর, তাহা নষ্ট হয় না, উত্তাপে পরিণত হয়।

একখানি পাথরের উপর একটা দেসলাইএর কাটি রাখিয়া

আর একখানি পাথর দ্বিগুণ আঘাত করিলেই উহা জলিয়া উঠে। দেসলাইএর মুখে ফ্ফরস্ নামক এক প্রকার পদার্থ মাধান থাকে, উহা অতি অল্প তাপেই জলিয়া উঠে। পাথরের আঘাতে যে তাপ জন্মে, তাহাই ফ্ফরস্কে জলিয়া তুলে।

এই দৃষ্টান্তে বুঝা যাইতেছে যে, প্রকৃত দৃশ্যমান শক্তি অর্থাৎ গতি তাপ নামক অল্প প্রকার শক্তিতে পরিণত হয়। তবে প্রভেদ এই যে, গতিতে পদার্থের সমস্ত অণু এক কালে একই দিকে চলিতে থাকে, সুতরাং সমগ্র পদার্থটির স্থান পরিবর্তন হইতে থাকে; কিন্তু তাপে অণুগুলি ক্রমাগত একদিকে না গিয়া, অতি দ্রুত বেগে সম্মুখে ও পশ্চাতে চলিতে থাকে, এবং সমগ্র পদার্থটি স্থির থাকে, স্থান পরিবর্তন করে না। গতি তাপে পরিণত হইল; এখন তাপ গতিতে পরিণত হয়, তাহা দেখান আবশ্যক। বাষ্পীয় কলে সমস্ত কার্য্য কে করে? কমলা পুড়িয়া তাপরূপ কার্য্যকরী শক্তি প্রসব করে, সেই তাপ গতিরূপ দৃশ্যমান শক্তিতে পরিণত হইয়া কলের অর্গলকে একবার তুলে, একবার নামায়। ইহাতেই বৃহৎ চক্রখানি ক্রমাগত ঘুরিতে থাকে।

বাষ্পীয় কলে যত কার্য্য হয়, সমস্তই তাপের কার্য্যকরী শক্তির ফল। সুতরাং গতিই কেবল তাপে পরিণত হইতে পারে তাহা নহে, তাপও গতিতে পরিণত হইতে পারে।

১৪৭। তাপের উৎপত্তিস্থল।—সূর্য্যই তাপের মূল কারণ; তন্ত্রিণ ভূগর্ভ, জীবদেহ, তড়িৎ, রাসায়নিক সংযোগ, সজ্জ্বৰ্ণ, সঙ্কোচন ও আঘাত হইতে তাপ উৎপন্ন হয়।

পৃথিবীর পৃষ্ঠদেশ হইতে নিম্নদিকে ঝুড়িয়া যাইলে দেখা

যায় যে, উপরের দুই তিন ফুট মাটি সূর্যের উত্তাপে অত্যন্ত উত্তপ্ত, তন্নিম্নে ক্রমশঃই তাপ কমিতে থাকে। কিন্তু ৬০।৭০, এমন কি স্থানে স্থানে ১০০ ফুট নিম্ন পর্য্যন্তও, শীত গ্রীষ্ম দিবা রাত্রি ভেদে উষ্ণতার হ্রাসবৃদ্ধি হয়। তৎপরে এমন একটা স্থানে উপনীত হওয়া যায়, যেখানে শীত গ্রীষ্ম কিংবা দিবা রাত্রির ভেদে উষ্ণতার তারতম্য হয় না। এই স্থানটাকে চির-সমোষ্ণ স্থল বলে। এই স্থানটির যত উর্দ্ধে যাইবে, তত সৌর তাপ, এবং যত নিম্নে যাইবে, তত পার্থিব তাপের প্রতাপ বৃদ্ধি হইতে থাকিবে। ঐ স্থানের নিম্নে প্রতি ৬০ ফুটে ১° ফা করিয়া উষ্ণতা বাড়িতে থাকে। সুতরাং ভূপৃষ্ঠ হইতে কয়েক ক্রোশ নিম্নে ঐত তাপ যে, সেখানে লৌহও গলিয়া যায়।

কি গ্রীষ্মপ্রধান দেশ কি শীতপ্রধান দেশ, কি গ্রীষ্মকাল কি শীতকাল, রোগ না হইলে সকল দেশেই ও সকল কালেই জীবদেহের উত্তাপ সমান থাকে। মানুষ-শরীরের উত্তাপ সর্বদাই ৯৮.৪° ফা।

বজ্রের অগ্নি তড়িৎ হইতে উৎপন্ন।

চুণে জল দিলে রাসায়নিক সংযোগে তাপ উৎপন্ন হয়। কাষ্ঠাদি পদার্থ পুড়িবার সময়, কি দীপাদি জলিবার সময়, দাহমান পদার্থ বায়ুর অক্সিজেনক গ্যাসের সহিত রাসায়নিক সংযোগে মিলিত হইতে থাকে, তাহাতেই তাপ উৎপন্ন হয়।

হাতে হাতে ঘষিলে, কি কাঠে কাঠে ঘষিলে, কি বাক্সের গায়ে বিলাতি দেসলাই ঘষিলে, কি চক্ৰমকি পাথরে ইম্পাত ঘষিলে তাপ উৎপন্ন হয়। ইহা ঘর্ষণের কার্য।

বারিষটিত পেষণযন্ত্রে অত্যন্ত অধিক চাপ দিয়া কঠিন পদার্থকে আকৃষিত করিলে উহা উত্তপ্ত হয়।

নেহাইএর উপর একখণ্ড সীসা রাখিয়া হাতুড়ি দ্বারা আঘাত করিলে সীসা গরম হইয়া উঠে।

অষ্টম অধ্যায়।

চুম্বক।

১৪৮। চৌম্বকাকর্ষণ কাহাকে বলে?—চুম্বকে লৌহ আকর্ষণ করে। এই আকর্ষণকে চৌম্বকাকর্ষণ বলে।

১৪৯। চুম্বক কয় প্রকার?—চুম্বক দুই প্রকার :—স্বাভাবিক ও কৃত্রিম। আকর হইতে অল্পজনক গ্যাস সংযুক্ত এক প্রকার লৌহ পাওয়া যায়, তাহাই স্বাভাবিক চুম্বক। স্বাভাবিক চুম্বকে ইম্পাত ঘর্ষণ করিলে তাহাতেও চুম্বকের ধর্ম সংক্রামিক হয়; ইহাকে কৃত্রিম চুম্বক বলে। চুম্বক-পাথরের অপর নাম অরকাস্ত মণি।

১৫০। স্থায়ী ও অস্থায়ী চুম্বক।—কোন কোন দ্রব্য চুম্বক-ধর্ম প্রাপ্ত হইয়া অল্পকালেই তাহা হারাইয়া ফেলে, তাহাকে অস্থায়ী চুম্বক বলে। কোন কোন দ্রব্য বহুকাল ধরিয়া চুম্বক-ধর্মাক্রান্ত থাকিতে পারে, তাহাকে স্থায়ী চুম্বক বলে।

১৫১। কৃত্রিম চুষকের আকৃতি।—সচরাচর কৃত্রিম চুষকের আকৃতি তিন প্রকার হয়—সরল দণ্ডাকার, সূচ্যাকার ও অশ্বশকাকার।

১৫২। চুষকের কোন অংশে আকর্ষণী শক্তি অধিক এবং কোন অংশে অল্প।—চুষকের আকর্ষণী শক্তি প্রান্তভাগে অধিক, মধ্যভাগে অল্প। একটা পাত্রে কতকগুলি লৌহচূর্ণ রাখিয়া তাহার নিকট একটা দণ্ডাকার চুষক ধরিলে, চূর্ণগুলি হই প্রান্তভাগে আকৃষ্ট হয়। প্রান্ত হইতে মধ্যভাগের দিকে যতই যাওয়া যায়, ততই অল্প পরিমাণ লৌহচূর্ণ আকৃষ্ট হইয়াছে, দেখা যায়। নিজ মধ্যস্থলে আদৌ লৌহচূর্ণ দৃষ্ট হয় না।

১৫৩। চুষকের মেরু।—একটা সূচ্যাকার চুষক স্ত্রে ঝুলাইলে অথবা একটা সূক্ষ্মাণ দণ্ডের উপর রাখিলে, উহা বেশ স্বাধীনভাবে এদিক্ ওদিক্ ঘুরিতে ফিরিতে পারে। এরূপ অবস্থায় চুষকটির এক প্রান্ত পৃথিবীর সূর্যমেরু অর্থাৎ উত্তর মেরুর দিকে, অপর প্রান্ত কুমেরু অর্থাৎ দক্ষিণ মেরুর দিকে ফিরিয়া থাকে, অন্য দিকে ফিরে না। যে অগ্রভাগ যে দিকে ফিরিয়া থাকে, সেই দিক্ ধরিয়া চুষকশলাকার অগ্রভাগের নাম উত্তর-মেরু ও দক্ষিণমেরু দেওয়া হইয়া থাকে।

১৫৪। চৌম্বক আকর্ষণ ও বিকর্ষণ বিধানে নিয়ম।—হইট নিকটবর্তী চুষকশলাকার উত্তরমেরুদ্বয় সন্নি-কৃষ্ট হইলে পরস্পরকে বিকর্ষণ করে, কিন্তু একটীর উত্তরমেরু অপরটীর দক্ষিণমেরুর নিকটবর্তী হইলে উহারা পরস্পরকে

আকর্ষণ করে। অতএব চুম্বকদিগের সম্মেলন পরস্পরকে বিকর্ষণ করে এবং বিষমমেরু পরস্পরকে আকর্ষণ করে।

পৃথিবী একটি অতিবৃহৎ চুম্বক স্বরূপ। পৃথিবীর উত্তরমেরু ও চুম্বকশলাকার উত্তরমেরু পরস্পর বিষমমেরু বলিয়া চুম্বকের উত্তর মুখ পৃথিবীর উত্তর দিকে ফিরিয়া থাকে। আবার, পৃথিবীর দক্ষিণমেরু ও চুম্বকশলাকার দক্ষিণমেরু পরস্পর বিষমমেরু বলিয়া চুম্বকের দক্ষিণ মুখ পৃথিবীর দক্ষিণ দিকে ফিরিয়া থাকে। পৃথিবীর সহিত চুম্বকশলাকার এইরূপ সম্বন্ধ নির্ণীত হওয়াতে, দিগ্‌দর্শন যন্ত্র নির্মিত হইয়াছে। উহাতে চুম্বকশলাকা নিয়তই উত্তর দিকে ফিরিয়া থাকে। রাত্রি কালে সমুদ্রের উপর দিগ্‌নির্ণয় করিবার পক্ষে দিগ্‌দর্শনই প্রধান সহায়।

১৫৫। চুম্বকধর্ম কিরূপে সঞ্চারিত হয়?—

একটি চুম্বকদণ্ডের উত্তরমেরুর নিম্নে একটি চাবি ধরিলে উহাতে চুম্বকধর্ম সঞ্চারিত হয়। এই চাবিটির নিম্নে আর একটি চাবি ধরিলে, সেটিও চুম্বকধর্ম লাভ করিবে। দ্বিতীয় চাবিটির নিম্নে আর একটি চাবি ধরিলে, সেটিও চুম্বকধর্ম লাভ করিবে। ইহা কেই চুম্বক-ধর্ম-সঞ্চারণ বলে। চুম্বকদণ্ডের উত্তরমেরু হইতে চুম্বকধর্ম সঞ্চারণ করিলে চাবিটির উপরের অগ্রভাগ দক্ষিণমেরু এবং নিম্নের অগ্রভাগ উত্তরমেরু হইবে। প্রত্যেক চাবির এই প্রকার মেরুভেদ হইবে।

১৫৬। চুম্বকধর্ম কিসে নষ্ট হয়?—অগ্নিতে পোড়া-ইয়া লালবর্ণ করিলে, চুম্বকের চুম্বকধর্ম বিনষ্ট হয়।



নবম অধ্যায় ।

তড়িৎ ।

১৫৭। পরিচালক এবং অপরিচালক কাহাকে বলে ?—হুই সহস্র বৎসরেরও অধিক কাল পূর্বে লোকে জানিত যে, রজনের ত্রায় একরূপ পদার্থ রেশমী কাপড়ে ঘষিলে লঘু দ্রব্য আকর্ষণ করিতে পারে। প্রায় তিন শত বৎসর হইল, ডাক্তার গিলবার্ট আবিষ্কার করেন যে গন্ধক, লাক্ষা, কাচ প্রভৃতি অপর অনেক পদার্থেরও ঐরূপ শক্তি জন্মে। কিন্তু বর্তমান উনবিংশ শতাব্দীতেই তড়িৎ-বিষয়ক জ্ঞান অতি দ্রুত বেগে বাড়িতেছে।

একটা কাচদণ্ড ও একখানি রেশমী কাপড় অগ্নিতে শুষ্ক করিয়া কাচদণ্ডের গায়ে রেশমী কাপড় দিয়া ঘষিলে, কাচদণ্ডের একটা শক্তি জন্মে। ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কাগজের টুকরার উপর কাচদণ্ডের ঘর্ষিত অংশ ধরিলে, কাগজের টুকরাগুলি কাচদণ্ডের দিকে আকৃষ্ট হইতে থাকে। কিন্তু কাচদণ্ডের অঘর্ষিত অংশের এক্ষণ কোন শক্তি থাকে না এবং ঘর্ষিত অংশ হইতে ঐ শক্তি অঘর্ষিত অংশে পরিচালিতও হইতে পারেন না। এই জন্ত তড়িৎের পক্ষে কাচ অপরিচালক।

এক প্রকার যন্ত্র আছে, তাহাতে তড়িৎ সঞ্চিত রাখা যায়; ইহার নাম তড়িতযন্ত্র। উহাতে ধাতুযন্ত্র একটা বিদ্যুত পাত্র থাকে, তাহাতেই তড়িৎ সঞ্চিত থাকে। কোন পদার্থ স্পর্শ

করিলে, ঐ পাত্র তাহাতে তড়িৎ পরিচালিত করে বলিয়া, উহার নাম পরিচালক-পাত্র। এই পরিচালক-পাত্রে একটা ধাতুময় দণ্ড দ্বারা স্পর্শ করিলে, ঐ দণ্ডে পূর্বোক্ত কাচের দ্বারা একই প্রকার শক্তি সঞ্চারিত হয়; উহা দ্বারাও ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কাগজের টুকরা আকৃষ্ট হয়। কিন্তু দণ্ডটির যে অংশ তাড়িত-বস্তুর পরিচালক-পাত্রে স্পর্শ করে, কেবল সেই অংশেই যে ঐ শক্তি জন্মে, তাহা নহে; ঐ শক্তি দণ্ডটির সর্বোচ্চে পরিচালিত হয়। সুতরাং তড়িতের পক্ষে ধাতু পরিচালক। তাপ ও তড়িৎ উভয়ই ধাতুর উপর সহজেই চলিতে পারে, কিন্তু কাচের উপর পারে না। তাড়িত-বস্তু হইতে কোন ধাতুময় দণ্ডে তড়িৎ সঞ্চার করিতে হইলে দণ্ডের যে অংশ হস্ত দ্বারা ধরিতে হয়, তাহা কাচ-নির্মিত হওয়া আবশ্যক। ইহাতে, দণ্ডটির ধাতুময় অংশে তড়িৎ সঞ্চারিত হইলে, উহা ঐ অংশেই সঞ্চিত থাকে, কাচময় অংশে পরিচালিত হইতে পারে না। যদি ধাতুময় অংশে তোমার কোন অঙ্গ স্পর্শ হয়, তাহা হইলে সঞ্চারিত তড়িৎ তোমার শরীর বহিয়া পৃথিবীতে চলিয়া যাইবে, সুতরাং দণ্ডে তড়িৎ সঞ্চিত হইতে পারিবে না। অঙ্গার, অন্ন, জল, প্রাণিশরীর, ইহারা তড়িৎ-পরিচালক, কিন্তু ধাতুর মত নহে। রবার, শুক বায়ু, রেশম, কাচ, গন্ধক, মোম, পাত গালা, ইহারা অত্যন্ত অপরিচালক।

ভূকিবিদ্যক পরীক্ষা সুসিদ্ধ করিতে হইলে, শুক বায়ুতে পরীক্ষা করা আবশ্যক, একই তড়িৎ-যুক্ত পদার্থ কাচ-আধারের উপর রাখিতে হয়। ইহাতে চারিদিকে অপরিচালক পদার্থে পরিবেষ্টিত হওয়াতে তড়িৎ অপহৃত হইতে পারে না।

১৫৮। তড়িৎ দুই প্রকার।—৩৭শ চিত্রে একটি স্ক্রু শোলার বাঁটুল কাচদণ্ডের যুখে রেশমী সূত্র দ্বারা ঝুলান রাখিয়াছে। একটি কাচদণ্ড রেশমী বস্ত্রে ঘরিয়া তড়িৎ-স্ক্রু করিয়া ঐ বাঁটুলের গায়ে লাগাইলে, কিঞ্চিৎ তড়িৎ ক্রাচ হইতে বাঁটুলে চালিত হইবে। কাচ-আধার, রেশমী সূত্র এবং শুষ্ক বায়ু অপরিচালক পদার্থ বলিয়া বাঁটুলের তড়িৎটুকু কোথাও পরিচালিত হইতে পারিবে না, সুতরাং ঐ বাঁটুলেতেই রহিয়া যাইবে। কাচদণ্ডের সংস্পর্শে কিঞ্চিৎ তড়িৎ বাঁটুলে প্রবিষ্ট হইলে, বাঁটুলটী আর কাচদণ্ডের দিকে আকৃষ্ট হইবে না, বরং কাচদণ্ড হইতে বিপরীত দিকে তাড়িত হইবে। এইবারে একটি



৩৭শ চিত্র।

লাকাদণ্ড শুষ্ক ক্লানেলে ঘর্ষণ করিয়া, ঐ শোলার বাঁটুলের নিকটে লইয়া যাও। এখন বাঁটুলটী লাকাদণ্ডের দিকে আকৃষ্ট হইবে। বাঁটুলটী ঘর্ষিত কাচদণ্ড হইতে যুঁহে তাড়িত হইয়াছিল, এখন ঘর্ষিত লাকাদণ্ডের দিকে আকৃষ্ট হইল।

আমরা যদি প্রথমে ঘর্ষিত কাচ না দিয়া ঘর্ষিত লাক্ষা দিয়া শোলার বাঁটুলটী স্পর্শ করিতাম, তাহা হইলে ঘর্ষিত লাক্ষা হইতে বাঁটুলটী তাড়িত হইত, এবং ঘর্ষিত কাচের দিকে আকৃষ্ট হইত।

এই পরীক্ষা হইতে বুঝা যাইতেছে যে, তড়িৎ দুই প্রকার; ঘর্ষিত কাচ হইতে এক প্রকার উৎপন্ন হয়, এবং ঘর্ষিত লাক্ষা হইতে অপর প্রকার উৎপন্ন হয়।

যখন ঘর্ষিত কাচদণ্ড শোলার বাঁটুলটীর গায়ে লাগিয়াছিল, তখন কাচের কিয়দংশ তড়িৎ ঐ বাঁটুলে সঞ্চারিত হইয়াছিল। তড়িৎ-সঞ্চারের পরই ঘর্ষিত কাচ কর্তৃক বাঁটুলটী তাড়িত হইল। ইহাতে আমরা অবশ্যই বুঝিব যে, একই প্রকারের তড়িৎ-যুক্ত হইলে, পদার্থ সকল পরস্পরকে তাড়িত করে। আবার ঘর্ষিত কাচ হইতে তড়িৎ-প্রাপ্ত বাঁটুল ঘর্ষিত লাক্ষার দিকে আকৃষ্ট হয়, অথবা ঘর্ষিত লাক্ষা হইতে তড়িৎ-প্রাপ্ত বাঁটুল ঘর্ষিত কাচের দিকে আকৃষ্ট হয়। ইহাতে আমরা অবশ্যই বুঝিব যে, ভিন্ন প্রকারের তড়িৎ-যুক্ত হইলে পদার্থ সকল পরস্পরকে আকর্ষণ করে।

১৫৯। উভয় প্রকার তড়িৎ অঘর্ষিত পদার্থে মিশ্রিত হইয়া থাকে।—প্রত্যেক পদার্থে দুই প্রকার তড়িৎ মিশ্রিত হইয়া থাকে; ধারণ করিলে মিশ্রিত তড়িৎ বিচ্ছিন্ন হইয়া পৃথক হইয়া পড়ে। ক্লানেল দিয়া একখণ্ড লাক্ষা ঘষিবে এক প্রকার তড়িৎ লাক্ষার ও অপর প্রকার

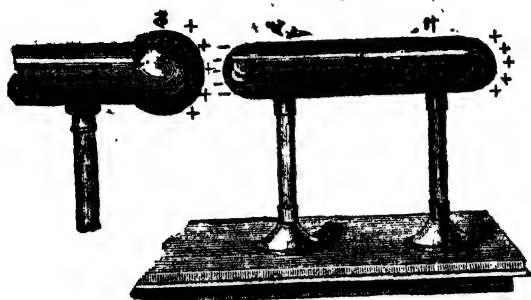
তড়িৎ ফ্লানেলে যায়। রেশমী কাপড় দিয়া কাচখণ্ড ঘষিলে এক প্রকার তড়িৎ কাচে ও অপর প্রকার তড়িৎ রেশমে যায়। যেখানে ঘর্ষণ দ্বারা তড়িৎ উৎপন্ন হইবে, সেই খানেই এইরূপ হইবে। আবার, এক প্রকার তড়িৎ ষতটুকু উৎপন্ন হইবে, অপর প্রকার তড়িৎ ঠিক ততটুকু উৎপন্ন হইবে। প্রত্যুত, আমরা তড়িৎ উৎপাদন করিতে পারি না, কেবল মিশ্রিত তড়িৎকে বিল্লিষ্ট করিয়া থাকি।

রেশম দিয়া কাচদণ্ড ঘষিলে কাচে যে তড়িৎ জন্মে, তাহাকে (Positive—পজিটিভ) **পুষ্ণ তড়িৎ**; এবং ফ্লানেল দিয়া লাকদণ্ড ঘষিলে লাক্ষাতে যে তড়িৎ জন্মে, তাহাকে (Negative—নেগেটিভ)। **ক্ষীণ তড়িৎ** বলে। হুই প্রকার তড়িতের নাম দিবার জন্তই পুষ্ণ ও ক্ষীণ শব্দ ব্যবহৃত হয়, নতুবা অন্য কোন উদ্দেশ্য নাই। পুষ্ণ তড়িৎ (+) যোগের চিহ্ন এবং ক্ষীণ তড়িৎ (-) বিয়োগের চিহ্ন দ্বারা প্রকাশিত হয়।

১৬০। **অজাততড়িৎ পদার্থের উপর জাততড়িৎ পদার্থের ক্রিয়া।**—যে পদার্থে তড়িৎময় মিশ্রিতাবস্থার থাকে, তাহাতে তড়িতের কোন ক্রিয়া হইতে দেখা যায় না বলিয়া, তাহার নাম **অজাততড়িৎ**, আর যে পদার্থে তড়িৎময় বিল্লিষ্ট হওয়াতে পুষ্ণ কিংবা ক্ষীণ তড়িতের ক্রিয়া আরম্ভ হয়, তাহাকে **জাততড়িৎ** পদার্থ বলা যায়।

আমরা দেখিয়াছি যে, হুইটী পদার্থে একই প্রকারের তড়িৎ থাকিলে উহারা পরস্পরকে আকৃষ্ট করে, আর ভিন্ন

একালের তড়িৎ থাকিলে পরস্পরকে আকর্ষণ করে। এখন নিম্ন-
লিখিত পরীক্ষাতে কিরূপ ব্যাপার হয় দেখ। ক (৩৮শ চিত্র)



৩৮শ চিত্র।

একটি পিত্তলের শূন্যগর্ভ বৃহৎ গোলক, উহার বাম দিকে যে
চোঙ-টা রহিয়াছে, উহাও পিত্তলের। একটি কাচনির্মিত দণ্ডের
উপর ঐ চোঙ ও গোলক ধৃত রহিয়াছে। খ ও গ দুইটি পাত্র,
উহাদের উপরিভাগ পিত্তল-নির্মিত। এই দুইটি পাত্র চিত্রস্থ
রেখাতে মুখে মুখে মিলিত হইয়াছে; ইহারাও কাচদণ্ডের
উপর ধৃত। ক, খ ও গ কাচদণ্ডের উপর ধৃত থাকিতে,
উহাদিগের উপর তড়িৎ সঞ্চার হইলে, তাহা চলিয়া যাইতে
পারে না।

মনে কর, ক তে পুষ্ট তড়িৎ সঞ্চারিত রহিয়াছে, কিন্তু
খ ও গ অজাততড়িৎ। এখন খ ও গকে ক র দিকে সরাইয়া
লইয়া চল। খ ও গ অজাততড়িৎ, সুতরাং উহাদের মধ্যে
পুষ্ট ও ক্ষীণ তড়িৎ মিশ্রিতাবস্থায় রহিয়াছে। উহারা ক র
নিকট ঘেসিয়া আসিলে, একটু অধিক ফাঁক থাকিতে, ক র

পুষ্ট তড়িতের নিকটবর্তী হওয়াতে, খ র মিশ্রিত তড়িৎ বিস্ফিষ্ট হইয়া ক্ষীণ তড়িৎটুকু ক র অভিসৃখী হইবে; এবং পুষ্ট তড়িৎ-টুকু গ র দূরবর্তী প্রান্তে পলায়ন করিবে (চিত্র দেখ)। কিন্তু ক ও খ র মধ্যে একটু অধিক কাঁক থাকাতে, খ র বিস্ফিষ্ট ক্ষীণ তড়িৎটুকু ক র পুষ্ট তড়িতের সঙ্গে মিলিত হইতে পারিবে না। সুতরাং ক র পুষ্ট তড়িৎ একটুও কমিবে না। চিত্রে পুষ্ট তড়িৎ যোগের চিহ্ন (+) এবং ক্ষীণ তড়িৎ বিয়োগের চিহ্ন (—) দ্বারা প্রকাশিত হইয়াছে।

এখন গ কে খ হইতে এবং তৎপরে খ কে ক হইতে সরাইয়া লইলে, আমরা খ তে খানিকটা ক্ষীণ তড়িৎ এবং গ তে খানিকটা পুষ্ট তড়িৎ অমিশ্রিত অবস্থায় পাইব। কিন্তু ক তে পূর্বের ত্রায় সমান পরিমাণ পুষ্ট তড়িৎ থাকিবে।

আমরা ক র তড়িতের সাহায্যে খ ও গ র ক্রিয়দংশ পুষ্ট ও ক্ষীণ তড়িৎ বিস্ফিষ্ট করিয়া ফেলিলাম। একটু দূর হইতে ক র তড়িৎ খ ও গ র তড়িৎকে এইরূপে বিস্ফিষ্ট করিলে, তড়িৎ সঞ্চারণ বলে।

১৬১। তাড়িত স্কুলিঙ্গ।—উপরের পরীক্ষাতে খ তে ক্ষীণ এবং গ তে পুষ্ট তড়িৎ সঞ্চারিত হইয়াছে। এখন খ ও গ কে আন্তে আন্তে ক র কাছে সরাইয়া লইয়া যাও। যখন ক ও খ অত্যন্ত নিকটবর্তী হইবে, মধ্যে জ্বলৎ একটু বায়ুর বাবধান মাত্র থাকিবে, তখন ক র পুষ্ট তড়িৎ এবং খ র ক্ষীণ তড়িৎ দ্রুতবেগে মিলিত হইয়া একটা স্কুলিঙ্গ উৎপন্ন করিবে। ইহাতে এই ফল হইল যে, খ র সমস্ত ক্ষীণ তড়িৎ এবং ক র

পুষ্ট তড়িতের কিয়দংশ অপহৃত হইল—উহাই মিলিত হইয়া ফুলিঙ্গাকারে পরিণত হইয়াছে। এখন ষ ও গ-কে সরাইয়া লইলে গ-তে পূর্বে যে পুষ্ট তড়িৎ চুকু বিদ্যমান ছিল, তাহাই রহিয়া গেল। ক যতটুকু পুষ্ট তড়িৎ হারাইয়াছে, গ-তে ঠিক ততটুকু বিদ্যমান পুষ্ট তড়িৎ বাড়িয়াছে।

হুই খানি মেঘের এক খানিতে পুষ্ট তড়িৎ ও অন্য খানিতে ক্ষীণ তড়িৎ অধিক পরিমাণে সঞ্চিত হইলে, ঐ উভয় তড়িৎ মিলিত হইবার সময় যে তড়িত ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হয়, তাহাকেই বিদ্যুৎ বহে। তড়িত ফুলিঙ্গ কয়েক ইঞ্চি মাত্র দীর্ঘ হয়, বিদ্যুৎ অনেক মাইল দীর্ঘ হইতে পারে। বিদ্যুৎপ্রকাশের সময় শুড় শুড় শব্দ হইতে থাকে। বায়ুমণ্ডলের যে ভাগে বিদ্যুৎ চলে, সেই ভাগের অণুগুলি অত্যন্ত দ্রুতবেগে আন্দোলিত হয়, তাহাতেই ঐরূপ শব্দ হয়।

১৬২। সূক্ষ্মাণু পদার্থের ক্রিয়া।—কোন বস্তু ঘর্ষণ করিয়া তড়িৎ উৎপন্ন করিলে, সমুদয় তড়িৎ ঐ বস্তুর উপরিভাগে ব্যাপিয়া থাকে। একটা পিত্তলের গোলা নিরেট হইলেও যত তড়িৎ ধারণ করিতে পারে, কাঁপা হইলেও তত তড়িৎ ধারণ করিতে পারে। কিন্তু কোন দিকে একটা সূক্ষ্মাণু অংশ থাকিলে সেই অংশেই অধিক তড়িৎ সঞ্চিত হয়। আবার কোন বস্তুতে যখন তড়িৎ জমিতেছে, তখন উহার সন্নিকটে অপর বস্তুর সূক্ষ্মাণু অংশ ধরিলে ঐ অংশ প্রথম

বস্তুর তড়িৎকে এত দ্রুতবেগে আকর্ষণ করিয়া লইতে থাকে যে, অধিক তড়িৎ জমিতে পারে না। আমরা পূর্বেই বলিয়াছি যে, দুইটা নিকটবর্তী পদার্থে দুই প্রকার তড়িৎ অধিক পরিমাণে জমিলে, ঐ উভয় তড়িৎ মিলিত হইবার সময় তাড়িত ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হয়। কিন্তু দুইটা পদার্থের একটীতে যদি সূক্ষ্মাণ অংশ থাকে, তাহা হইলে ফুলিঙ্গ উৎপন্ন হয় না; কারণ, ঐ সূক্ষ্মাণ অংশ দ্বারা অপর পদার্থের তড়িৎ দ্রুতবেগে আকৃষ্ট হইতে থাকে। উহা অধিক পরিমাণে না জমিলে ফুলিঙ্গ হইতে পারে না।

সূক্ষ্মাণ পদার্থের এই ধর্মক্রমেই বিদ্যুৎ-পরিচালকের কার্য্য হয়। তড়িৎ-সঞ্চারণ ক্রমে হয়, তাহা ৩৮শ চিত্রে দেখান হইয়াছে। কোন পদার্থে পুষ্ট কি ক্ষীণ তড়িৎ অধিক পরিমাণ সঞ্চিত থাকিলে, নিকটবর্তী অজাততড়িৎ পদার্থের মিশ্রিত তড়িৎ বিস্ফিষ্ট হইয়া যায়; এবং প্রথম পদার্থে পুষ্ট তড়িৎ থাকিলে দ্বিতীয় পদার্থের ক্ষীণ ও প্রথম পদার্থে ক্ষীণ তড়িৎ থাকিলে দ্বিতীয় পদার্থের পুষ্ট তড়িৎ পরস্পর অভিমুখী হয়। মেঘ ও পৃথিবীর মধ্যে এইরূপ সঞ্চারণক্রিয়া সর্বদাই ঘটে। ভূপৃষ্ঠের নিকটবর্তী একখানি মেঘে এক প্রকার তড়িৎ অধিক পরিমাণ জমিলে, উহার বিপরীত তড়িৎ ভূপৃষ্ঠের মিশ্রিত তড়িৎ হইতে বিস্ফিষ্ট হইয়া মেঘের তড়িতের অভিমুখী হয়। এই দুই তড়িৎ মিলিত হইলেই বিদ্যুৎ-প্রকাশের সঙ্গে বজ্রপাত হয়; এবং তড়িৎদ্বয়ের মিলনপথে বৃক্ষ, অট্টালিকা, মনুষ্য প্রভৃতি বাহা পড়ে, তাহা ভস্মীভূত ও ভয় হইয়া যায়। এক কালে অধিক পরিমাণে তড়িৎ মিলিত হইতে গাইলেই, মিলনপথের

জ্বা সকল চূর্ণ বিচূর্ণ করিয়া কেলে। বাহাতে মেঘ ও ভূপৃষ্ঠের উভয় তড়িৎ এক কালে অধিক পরিমাণ মিলিত হইতে না পারে, তাহার উপায় করিতে পারিলেই বজ্রপাতের ভয় নিবারিত হয়। এই কারণে অট্টালিকার পার্শ্বে ধাতুময় শীক লাগান থাকে। শীকের নিম্ন দিক ভূমিতে প্রোথিত থাকে এবং অগ্রভাগ অতি সূক্ষ্ম। অট্টালিকার উপর দিয়া যে মেঘ যায়, তাহার সঞ্চিত তড়িৎ নিম্নতরুে এই শীক দিয়া ভূপৃষ্ঠের তড়িতের সহিত মিশিতে থাকে, সুতরাং বজ্রপাতের আশঙ্কা থাকে না। এইরূপ শীককে বিদ্যুৎ-পরিচালক কহে।

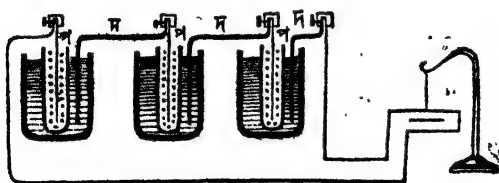
১৬৩। তড়িৎ-যুক্ত পদার্থের কার্য্যকরী শক্তি।—

তড়িৎ সম্বন্ধে এতদূর বাহা বলা গিয়াছে, তাহাতে বুঝা যাইতেছে যে, তড়িতের কার্য্যকরী শক্তি আছে। মেঘ ও ভূপৃষ্ঠের তড়িৎ মিলিত হইবার সময় বিদ্যুৎ প্রকাশ হয় এবং বজ্রধ্বনি হইতে থাকে। বিদ্যুতের আলোক অত্যন্ত উজ্জ্বল। বিদ্যুতের তাপ অত্যন্ত অধিক না হইলে, কখনই উহার আলোক এত উজ্জ্বল হইত না। তাপের কার্য্যকরী শক্তি অনেক। সুতরাং তড়িদ্বয় মিলিত হইবার সময়, তড়িৎ নামক কার্য্যকরী শক্তি তাপ নামক কার্য্যকরী শক্তিতে পরিণত হয়।

কার্য্য না হইলে কার্য্যকরী শক্তি উৎপন্ন হয় না। পূর্বে দেখান হইয়াছে যে, ঘর্ষণ না করিলে কাচদণ্ড কি লাক্কাদণ্ডে তড়িৎ উৎপন্ন হয় না। অতএব কিছু না করিলে কিছু উৎপন্ন হয় না। যদি কোন প্রকার কার্য্যকরী শক্তি চাও, তবে অগ্রে শ্রম অর্থাৎ কার্য্য কর।

যখন দুইটা বিপরীত তড়িৎ মিলিত হয়, তখন কার্যকরী শক্তির লোপ হয় না, কেবল তড়িৎ হইতে তাপে পরিবর্তন ঘটে।

১৬৪। তড়িৎ-প্রবাহ।—বাত কি পক্ষাঘাত রোগ হইলে, বাটারি দিয়া রুগ্ন অঙ্গে তড়িৎ সঞ্চার করা হয়, তাহা অনেকেই শুনিয়াছেন। ৩৯শ চিত্রে এক প্রকার বাটারির প্রতিক্রম অঙ্কিত হইয়াছে। উহাতে তিনটা পাত্র দেখিতে পাইতেছ; এক একটা পাত্রকে এক একটা কোষ বলে। প্রত্যেক কোষের মধ্যে দুইটা পাত্র—একটা কাচনির্মিত পাত্রের মধ্যে একটা মৃণ্ময় পাত্র (চিত্র দেখ)। কাচনির্মিত বহিঃপাত্রে খানিকটা (Sulphuric acid—সল্ফিউরিক এসিড) গন্ধক-দ্রাবক (সচরাচর মহাদ্রাবক বলে) জলমিশ্রিত করিয়া ঢালিয়া দিয়া তাহাতে একখানি দস্তা ফলক ডুবান হয়; মৃণ্ময় পাত্রে খাঁটি (Nitric acid—নাইট্রিক এসিড) যবক্ষার-দ্রাবক ঢালিয়া



৩৯শ চিত্র।

উপাধ্যে একখানি প্লাটিনম-ফলক ডুবান হয়। প্রত্যেক কোষের এইরূপ অবস্থা। এখন প্রথম কোষের প্লাটিনম-ফলক দ্বিতীয় কোষের দ দস্তা-ফলকের সঙ্গে এবং দ্বিতীয় কোষের প্লাটিনম-

ফলক তৃতীয় কোষের দস্তা-ফলকের সঙ্গে (চিত্র দেখ) মিলিত করিয়া দিলে; আবার প্রথম কোষের দস্তা-ফলক ও তৃতীয় কোষের প্লাটিনম-ফলক হইতে দুইটা তার আনিয়া মিলিত করিয়া দিলেই, বাটারির ক্রিয়া আরম্ভ হয়। ৩৯শ চিত্রে তিনটা মাত্র কোষ রহিয়াছে, ৫০ কি ১০০ কোষ লইয়াও বাটারি প্রস্তুত হইতে পারে। কেবল প্রত্যেক কোষের প্লাটিনম-ফলক নিকটবর্তী কোষের দস্তা-ফলকের সঙ্গে মিলিত থাকা আবশ্যক, এবং প্রান্তস্থ কোষদ্বয়ের একটার দস্তা-ফলক ও অপরটার প্লাটিনম-ফলক হইতে দুইটা তার আসিয়া মিলিত হওয়া আবশ্যক। বাটারির যে দুই প্রান্ত স্থানে ঐ দুইটা তার সংলগ্ন থাকে, তাহাকে (Pole—পোল) মেরু বলে। যে প্রান্তে প্লাটিনম-ফলক, তাহাকে (Positive Pole—পজিটিভ পোল) **পুষ্ট মেরু**, এবং যে প্রান্তে দস্তা-ফলক, তাহাকে (Negative Pole—নেগেটিভ পোল) **ক্ষীণ মেরু** কহে। বাটারিতে প্লাটিনম প্রান্তে পুষ্ট তড়িৎ উৎপন্ন হইয়া, মেরু-তার দিয়া দস্তা প্রান্তে আইসে, এবং তথা হইতে প্রত্যেক কোষ পরিলম্বণ করিয়া পুনরায় প্লাটিনম প্রান্তে উপস্থিত হয়। ইহাকেই তড়িৎ-প্রবাহ বলে।

পূর্ব পূর্ব পরীক্ষায় যে তড়িৎের বিষয় বলা হইয়াছে, তাহা পদার্থের ঘর্ষণ হইতে উৎপন্ন; বাটারিতে যে তড়িৎ উৎপন্ন হয়, তাহা ঘর্ষণ হইতে নহে, রাসায়নিক ক্রিয়া হইতে হয়। রাসায়নিক শক্তিতে কিঞ্চিৎ অধিকার না থাকিলে, সে রাসায়নিক ক্রিয়া বুঝা কঠিন; তজ্জন্ত তদ্বিষয়ে কিছু বলা হইল না।

১৬৫। তড়িৎ-প্রবাহের শক্তি।—তড়িৎ-প্রবাহ হইতে নানা অদ্ভুত ব্যাপার সংঘটিত হইতেছে।

এক খণ্ড অতি সূক্ষ্ম প্লাটিনম তারের দুই প্রান্তে বাটারিব মেরু-তারদ্বয় লাগাইয়া দিলে, তড়িৎ-প্রবাহে প্লাটিনম তার উত্তপ্ত হইয়া লালবর্ণ হইয়া উঠে। বাটারি বেশ বড় হইলে, উহার তড়িৎ-প্রবাহে এত উত্তাপ উৎপন্ন করিতে পারা যায় যে, অত্যন্ত ক্ষতিন ধাতুও মুহূর্ত্ত মধ্যে গলিয়া যায়।

বাটারির মেরু-তারদ্বয়ের মুখে দুই টুকরা অঙ্গার বিদ্যুৎ করিয়া মধ্যে ঈষৎ ফাঁক রাখিয়া স্থিরভাবে ধরিলে অপূর্ণ আলোক প্রকাশ হয়।

বাটারির তারদ্বয় উত্তর দক্ষিণ দিক্ দিয়া একটি চুম্বকশলাকার নিকট ধরিলে, উহা পূর্ব পশ্চিমে ফিরিয়া যাইবে। ৩৯শ চিত্রে একটি চুম্বকশলাকা ঝুলান রহিয়াছে, উহা প্রথমতঃ উত্তরাভিমুখী থাকিবে। বাটারির তারদ্বয় মিলিত করিলে, যখন তারদ্বয়ের মধ্য দিয়া তড়িৎ-প্রবাহ চলিতে থাকিবে, তখন একটি তার ঐ শলাকার নিকটে ধরিলে, তার যে দিক্ দিয়া যাইবে, শলাকাটি তাহার লম্ব ভাবে ফিরিয়া দাঁড়াইবে। যদি বাটারির এক প্রান্ত হইতে তার খুলিয়া তড়িৎ-প্রবাহ ভাঙ্গিয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলে শলাকাটি আবার পূর্ববৎ উত্তরাভিমুখী হইবে।

১৬৬। টেলিগ্রাফ—তাড়িতবার্তাবহ।—পূর্ব পরীক্ষাতে দেখান গিয়াছে যে, বাটারির দুইটা তার মিলিত করিয়া তড়িৎপ্রবাহ চালিত করিলে, তারের নিকটবর্ত্তী চুম্বকশলাকা

বিক্ষিপ্ত হয়, এবং বাটারি হইতে একটি তার খুলিয়া লইলে, ঐ বিক্ষিপ্ত শলাকা পুনরায় পূর্কীবস্থা প্রাপ্ত হয়। যদি চুম্বক-শলাকাটী বাটারি হইতে এক শত কি এক হাজার ক্রোশ দূরেও রাখা যায়, এবং বাটারির তারদ্বয় সেই পর্য্যন্ত লইয়া যাওয়া যায়, তাহা হইলেও শলাকাটীর ঐরূপ দিক-পরিবর্তন ঘটিবে। সুতরাং একটি বাটারির মেরুতে তার মিলিত ও উহা হইতে স্থলিত করিয়া আমরা সহস্র ক্রোশ দূরবর্তী একটি চুম্বকশলাকাকে নাড়িতে পারি। যে টেলিগ্রাফ যুক্ত মধ্যে আমাদিগকে বিলাতের সংবাদ আনিয়া দিতেছে, তাহার মূল মন্ত্র এই খানেই। আমরা ক'থ প্রভৃতি অক্ষরের নির্দিষ্ট আকৃতি স্থির করিয়া রাখিয়াছি; সেইরূপ চুম্বকশলাকার দিক-পরিবর্তন অবলম্বন করিয়া টেলিগ্রাফেরও বর্ণমালা প্রস্তুত হইয়াছে। মনে কর, শলাকাটী একবার এক দিকে এবং একবার বিপরীত দিকে যাইলে, A—এ ধরা হইল; একবার একদিকে এবং দুইবার বিপরীত দিকে যাইলে B—বি ধরা হইল। এইরূপে, টেলিগ্রাফ সম্বন্ধে সমগ্র ইংরাজি বর্ণমালা স্থিরীকৃত হইয়া গিয়াছে।

১৬৭। তাম্র, লৌহ, কি পিত্তল নির্মিত পাত্র গিল্টি করিবার উপায়।—দ্রাবক সাহায্যে স্বর্ণ রৌপ্য কি তাম্রের জল প্রস্তুত করিয়া, মুখস্থ কি কাচপাত্রে রাখিয়া তন্মধ্যে গিল্টি করিবার দ্রব্যটী নিম্ন করিতে হয়। স্বর্ণল করিতে হইলে স্বর্ণের জলে দ্রব্যটী ডুবাইয়া, উহার সহিত একটি বাটারির স্ক্রীণ যেরূপ সংযুক্ত করিয়া দিতে হয়; এবং পুষ্ট যেরূপে একখণ্ড স্বর্ণ

সংলগ্ন করিয়া ঐ স্বর্ণের জলে ডুবাইতে হয়। ইহাতে তড়িৎ-প্রবাহ দ্বারা স্বর্ণের জলের স্বর্ণ বিল্লিষ্ট হইয়া গিণ্টি করিবার দ্রব্য-টীর উপর মণ্ডিত হইতে থাকে। রৌপ্যাল করিতে হইলে, রৌপ্যের জল ও রৌপ্যখণ্ড লইতে হয়। তাম্রল করিতে হইলে তাম্রের জল ও তাম্রখণ্ড লইতে হয়।

তড়িৎ-প্রবাহ কত কার্য্য করিতে পারে তাহা দেখা গেল। প্লাটিনমের তিতর দিয়া তড়িৎ-প্রবাহ যাইলে উহা অত্যন্ত উত্তপ্ত হইয়া উঠে; অঙ্গারখণ্ডের মধ্য দিয়া যাইলে, প্রদীপ্ত আলোক উৎপন্ন হয়। আবার উহা দ্বারা অতি দূর দেশে সংবাদাদি পাঠাইবার উপায় উদ্ভাবিত হইয়াছে।

দশম অধ্যায়।

পদার্থবিদ্যার ভিত্তিভূমি।

১৬৮। পদার্থবিদ্যার ভিত্তিভূমি।—আমরা প্রথমে গতিশীল পদার্থ, তৎপরে কম্পমান পদার্থ, তৎপরে তাপপ্রাপ্ত পদার্থ, তৎপরে চৌম্বক-যুক্ত পদার্থ, এবং সর্বশেষে তড়িৎ-যুক্ত পদার্থের কথা বলিয়াছি। আমরা বরাবর বুঝাইতে চেষ্টা করিয়াছি যে, কোন পদার্থের কার্য্যকরী শক্তির অপচয় হয় না। এই শক্তি এক পদার্থ হইতে অন্য পদার্থে যাইতে পারে, অথবা ভিন্ন ভিন্ন আকার পরিগ্রহ করিতে পারে। উহা গতি হইতে

শব্দ, তাপ, চৌম্বক কিংবা তড়িতে পরিণত হইতে পারে, কিন্তু উহার কখনই ধ্বংস নাই। পদার্থের একটা অণুও যেমন ধ্বংস হয় না, শক্তিও তেমনই কিছুমাত্র ধ্বংস হয় না।

পদার্থ নানা আকার ধারণ করিতে পারে, কিন্তু কখনই ধ্বংস হয় না, এই ভিত্তিভূমির উপর **রাসায়নবিদ্যা** যেমন প্রতিষ্ঠিত ; তেমনই পদার্থের কার্য্যকরী শক্তি নানা আকার পরিগ্রহ করিতে পারে, কিন্তু কখনই ধ্বংস হয় না, এই ভিত্তিভূমির উপর **পদার্থবিদ্যা** প্রতিষ্ঠিত।



সমাপ্ত।

কতকগুলি বিশেষরূপ মনে রাখিবার বিষয় ।

পদার্থের সাধারণ ধর্ম—বিস্তৃতি, স্থানাবরোধকতা, বিভাজ্যতা, অন-
খবহ, নান্দ্রুত, আকর্ষণীয়তা, স্থিতিস্থাপকতা, নিশ্চেষ্টতা এবং ভার ।

গতির তিনটি নিয়ম । ১ম।—কোন বল প্রযুক্ত না হইলে, যে জড়-
কণা স্থির হইয়া আছে, তাহা চিরদিনই স্থির থাকিবে, আর যে জড়কণা
চলিতেছে, তাহা চিরদিনই সরল রেখাক্রমে সমভাবে চলিবে । ২য়।—কোন
নিশ্চল কি সচল জড়কণার প্রতি একেবারে একাধিক বল প্রযুক্ত হইলে,
প্রত্যেক বল পৃথক্ পৃথক্ প্রযুক্ত হইয়া সমবায়ে যে কার্য্য করিত, সমস্ত বল-
গুলির সম্মত বল একাকী ঠিক সেই কার্য্য করিবে । ৩য়।—প্রত্যেক ক্রিয়ার
একটি প্রতিক্রিয়া আছে । ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়ার কার্য্যপরিমাণ পরস্পর ঠিক
সমান, কিন্তু কার্য্যাদিক্ পরস্পর বিপরীত ।

পাদাধিক আকর্ষণের তিনটি নিয়ম । ১ম।—যত দূরবর্তীই
হউক, প্রকৃতির যাবতীয় পদার্থ পরস্পরকে আকর্ষণ করিতেছে ; এই আকর্ষণ
শুণে তাহার ক্রমাগত পরস্পরের দিকে যাইতে চাহিতেছে । ২য়।—সমান
দূরবর্তী পদার্থ সকলের আকর্ষণপরিমাণ তাহাদের সকলের সামগ্রীপরিমাণের
শুণকলের অনুকূপ । ৩য়।—সামগ্রীপরিমাণ সমান থাকিলে, দূরত্বের বর্গের
বিপরীত অনুপাতে আকর্ষণের পরিমাণ হয় ।

পতনশীল বস্তুর পড়িবার তিনটি নিয়ম । ১ম।—শূন্যস্থানে সকল
পদার্থই সমান বেগে পড়ে । ২য়।—পড়িতে যত সময় লাগে, তাহার বর্গের
অনুপাতেই পতনের দূরত্ব নিরূপিত হয় । ৩য়।—পড়িতে যত সময় লাগে,
তাহারই অনুপাতে পতনশীল বস্তুর বেগ বৃদ্ধি হয় ।

উপর হইতে একটি ডিল পড়িলে প্রথম সেকেন্ডে ১৬ ফুট পড়ে ।

বিবিধ প্রকার বল :—আণবিক আকর্ষণ, আণবিক বিকর্ষণ, পদার্থের
কেন্দ্রাপসারক ও কেন্দ্রাভিকর্ষক বল, পাদার্থিক আকর্ষণ, চৌম্বকাকর্ষণ, চৌম্বক
বিকর্ষণ, তাড়িতাকর্ষণ, তাড়িত বিকর্ষণ ও ঘর্ষণ বল ।

আণবিক আকর্ষণ তিন প্রকারে বিভক্ত :—সম সংহতি, বিষম সংহতি ও রাসায়নিক সংসক্তি। কৈশিকতা এবং অন্তর্কর্ষ ও বহির্কর্ষ সংহতির কার্য।

আণবিক বিকর্ষণের অপর নাম তাপ।

মাধ্যাকর্ষণ পাদার্শিক আকর্ষণের অন্তর্ভুক্ত।

কঠিন পদার্থের বিশেষ ধর্ম :—টানসহ্য, দৃঢ়তা, কোমলতা, ভঙ্গ-প্রবণতা, আঘাতসহ্য ও তান্বতা।

ধাতুর মধ্যে ইস্পাত সর্বাপেক্ষা শক্ত ও ভারসহ এবং স্বর্ণ ঘাতসহ। এক ঘন ইঞ্চি মাত্র স্বর্ণ পিটিলে এত বিস্তৃত হইতে পারে যে, উহাতে ৫০ ফুঃ দীর্ঘ ও ৪০ ফুট প্রস্থ একটী ঘরের মেজে নোড়া যাইতে পারে।

কঠিন পদার্থের মধ্যে হীরক সর্বাপেক্ষা দৃঢ়, অর্থাৎ হীরক দ্বারা সকল পদার্থের উপর দাগ পাড়া যায়, কিন্তু কোন পদার্থই হীরকের উপর দাগ পাড়িতে পারে না।

দ্রব পদার্থের বিশেষ ধর্ম :—(১) দ্রব পদার্থের উপরিভাগ সমতল। (২) উহা সহজেই আকৃতি পরিবর্তন করে, কিন্তু আয়তন পরিবর্তন করে না। (৩) উহা প্রায় অনাকৃঙ্কণীয়। (৪) উহা চারিদিকে সমভাবে চাপ সঞ্চালন করে। (৫) দ্রব পদার্থের গভীরতা ও গাঢ়তা অনুসারে চাপের হ্রাসবৃদ্ধি হয়। (৬) দ্রব পদার্থের চাপ পাত্রের চাপপ্রাপ্ত অংশের বর্ণ পরিমাণের সমানুপাতিক। (৭) কোন কঠিন পদার্থ দ্রব পদার্থে নিমগ্ন হইলে, তাহার সমায়তন দ্রব পদার্থ স্থানান্তরিত হয়; এবং ঐ স্থানান্তরিত দ্রব পদার্থের ভার কত, ঠিক তত ভার ঐ কঠিন পদার্থের ভার হইতে কমিয়া যায়।

বায়বীয় পদার্থের বিশেষ ধর্ম :—(১) বায়বীয় পদার্থ যে পাত্রে রাখা, তাহাই পূর্ণ করিয়া কেলে। (২) উহা অত্যন্ত আকৃঙ্কণীয়, সুতরাং অত্যন্ত প্রসারণীয়। (৩) উহা চারিদিকে সমভাবে চাপ সঞ্চালন করে। (৪) বায়বীয় পদার্থের গভীরতা ও গাঢ়তা অনুসারে চাপের হ্রাসবৃদ্ধি হয়। (৫) বায়বীয় পদার্থের চাপ পাত্রের ঘনায়তনের বিপরীতানুপাতে হয়। (৬) কোন পদার্থ বায়বীয়

কতকগুলি বিশেষরূপ মনে রাখিবার বিষয় ১৮৭

পদার্থে নিমগ্ন হইলে তাহার সমায়তন বায়বীয় পদার্থ স্থানান্তরিত হয় ; এবং ঐ স্থানান্তরিত বায়বীয় পদার্থের ষত ভাগ, ঠিক তত ভাগ ঐ নিমগ্ন পদার্থের ভাগ চইতে কমিয়া যায় ।

তাপের ক্রিয়া :—(১) তাপে পদার্থকে প্রসারিত করে । (২) তাপে কঠিন পদার্থকে দ্রব এবং দ্রব পদার্থকে বাষ্প করে । (৩) সকল পদার্থেরই কঠিন হইতে দ্রব, এবং দ্রব হইতে বাষ্প হইবার সময় খানিকটা প্রচ্ছন্ন তাপ ব্যয়িত হয় । (৪) তাপে রাসায়নিক আকর্ষণের কাষ্যকে সাহায্য করে ।

তাপের কার্য্যপ্রণালী তিন প্রকার :—পরিচালন, পরিবাহন বিকিরণ ।

বিকীর্ণ তাপ ও আলোকের সরল গতি তিনটা কারণে পরি-
বৃত্তিত হয় :—প্রতিক্ষেপ, পরিক্ষেপ ও বিবর্তন ।

এক ঘন ইঞ্চি পরিমাণ জলের ভাগ ২৫২ $\frac{১}{২}$ গ্রেণ ।

এক শত ঘন ইঞ্চি পরিমাণ বায়ুর ভাগ ৩১ গ্রেণ ।

এক শত ঘন ইঞ্চি পরিমাণ দ্বান্দ্বাবক বাষ্পের ভাগ ৪৭ গ্রেণ ।

এক শত ঘন ইঞ্চি পরিমাণ অক্সিজেন বাষ্পের ভাগ ২ গ্রেণ ।



নানা গ্রন্থকর্তা কর্তৃক ব্যবহৃত বৈজ্ঞানিক

বৈজ্ঞানিক শব্দ	অক্ষয় বাবু	মহেন্দ্র বাবু
অন্তর	হিঙ্গ	ছিঙ্গ, অন্তর
অন্তর্কাহ	অন্তর্কাহ	অন্তর্কাহ
অনথরহ	অনথরহ	অনথরহ
অপরিচালক	অপরিচালক	অপরিচালক
অর্গল	—	অর্গল
অধিশ্রয়ণ গিন্দু	—	—
অস্থায়ী সাম্যভাব	—	অস্থায়ী সাম্যভাব
অস্বচ্ছ	অস্বচ্ছ	অস্বচ্ছ
আকৃৎনীয়তা	সংকোচ্যতা	আকৃৎনীয়তা
আকৃতি, আকার	আকৃতি	মূর্ত্তহ
আঘাতসহহ	ঘাতসহহ	আঘাতসহহ
আণবিক আকর্ষণ	আকর্ষণ	৥ আণবিক আকর্ষণ
আপতন কোণ	পাতিত কোণ	আপতন কোণ
আপেক্ষিক গুরুত্ব	আপেক্ষিক গুরুত্ব	আপেক্ষিক গুরুত্ব
আপেক্ষিক তাপ	আপেক্ষিক তেজ	আপেক্ষিক তেজ
আয়তন, পরিমাণ	আয়তন	আয়তন
উদাসীন সাম্যভাব	—	৥ উদাসীন সাম্যভাব
উদ্ভাসনী শক্তি	—	উৎক্ষেপক চাপ
উষ্ণতা	উষ্ণতা	উষ্ণতা
বজুগতি	সরল গতি	বজুগতি
কার্য্যকরী শক্তি	—	—
কুণ্ড	কুণ্ড	কন্দ
কেন্দ্রাভিকর্ষক বল	কেন্দ্রাভিকর্ষণী শক্তি	—

পারিভাসিক শব্দের তালিকা ।

যোগেশ বাবু	উমেশ বাবু	সূর্য্য বাবু	ইংরাজি প্রতিশব্দ
অন্তর, ছিদ্র	রন্ধ	অন্তর, রন্ধ	Pores
—	—	অন্তরদাহ	Endosmose
—	অনধ্বংয়	অনধ্বংয়	Indestructibility
অপরিচালক	অপরিচালক	অপরিচালক	Non-conductor
অর্গল	অর্গল	অর্গল	Piston
কিরণসমাহারকেন্দ্র	ফোকাস	অধিশ্রয়ণবিন্দু	Focus [brum
—	অস্থায়ীস্থিতি	অস্থায়ীসাম্য	Unstable Equili-
অনচ্ছ	অপচ্ছ	—	Opaque
—	সঙ্কোচনত্ব	আকৃশনত্ব	Compressibility
—	আকৃতি	—	Figure
—	ঘাতসহত্ব	ঘাতসহত্ব	Malleability
—	—	আণবিকআকর্ষণ	Molecular attraction
পতনকোণ	পতনকোণ	—	Angle of incidence
আপেক্ষিক গুরুত্ব	আপেক্ষিক গুরুত্ব	আপেক্ষিকভার	Specific gravity
আপেক্ষিক তাপ	আপেক্ষিক তেজ	বৈশেষিকতাপ	Specific heat
আয়তন	আয়তন	আয়তন	Volume
—	অটল স্থিতি	উদাসীনসাম্য	Neutral Equilibrium
উর্দ্ধচাপ	উর্দ্ধচাপ	—	Buoyancy
উষ্ণতা	উষ্ণতা	উষ্ণতা	Temperature
—	—	সরলগতি	Rectilinear motion
—	—	শক্তি	Energy
বন্দ	বন্দ	বন্দ	Bulb
—	—	—	Centripetal force

বৈজ্ঞানিক শব্দ	অক্ষয় বাবু	মহেন্দ্র বাবু
কেল্লাপসারক বল	কেল্লাপসারিণী শক্তি	—
কৈশিকতা	✓ কৈশিকাকর্ষণ	কৈশিকতা
কোমলতা	কোমলত্ব	কোমলত্ব
কোষ	—	কোষ
ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া	ঘাত প্রতিঘাত	ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া
ক্ষীণতড়িৎ*	—	পরাতড়িৎ
পাটতা	ঘনত্ব	ঘনত্ব
গ্যাস	—	বায়ু
ঘর্ষণ	ঘর্ষণ	সংঘর্ষণ
চক্রাবর্ত	চক্রাবর্ত	—
চাপ	—	চাপ
চুষক	চুষক	অয়স্কান্ত
চোরা কন্যাট	—	কপাট
জল শোধন	—	—
জলোত্তোলন যন্ত্র	—	জলোত্তোলন যন্ত্র
টানসহত্ব	স্তিরাবরোধকতা	টানসহত্ব, ভারসহত্ব
স্তরল পদার্থ*	—	—
ভাঙিত	✓ ভাঙিত	ভাঙিত
ভাস্কবতা	✓ ভাস্কবতা	ভাস্কবতা
ভাপ	তেজ	ভাপ, তেজ
ভাপাংশ	✓ ভাপাংশ	ভাপাংশ
ভাপমান	✓ ভাপমান	ভাপমান

যোগেশ বাবু	উমেশ বাবু	সূর্য্য বাবু	ইংরাজি প্রতিশব্দ
—	—	—	Centrifugal force
—	কৈশিকতা	কৈশিকতা	Capillarity
—	—	—	Softness
কোষ	—	—	Cell
—	ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া	ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া	Action and re-action
বিয়োগ	বিয়োগাত্মক	বিষমতাড়িত	Negative electricity
তাড়িত	তাড়িত	—	—
—	ঘনত্ব	ঘনত্ব	Density
গ্যাস্	গ্যাস্	বায়ু	Gas
—	—	—	Friction
—	—	—	Circular motion
চাপ	চাপ	চাপ	Pressure
চুম্বক	চুম্বক	চুম্বক লৌহ	Magnet
কবাট	কবাট	কবাট	Valve
—	—	—	Filtration
জলতোলা	জলতোলা	জলোত্তোলন	Water-pump
চুম্বক	কল	যন্ত্র	—
—	—	টানসহত্ব	Tenacity
—	তরল পদার্থ	—	Fluids
তাড়িত	তাড়িত	তাড়িত	Electricity
—	তান্বিত	তান্বিত	Ductility
তাপ	তাপ	তাপ	Heat
তাপাংশ	তাপাংশ	তাপাংশ	Degree
তাপমাত্রা	তাপমাত্রা	তাপমাত্রা	Thermometer

১৯২ নানা গ্রন্থকর্তা কর্তৃক ব্যবহৃত বৈজ্ঞানিক

বৈজ্ঞানিক শব্দ	অক্ষয় বাবু	মহেন্দ্র বাবু
তাপ সঞ্চালন	—	তাপ সঞ্চালন
তাড়িত বার্তাবহ	—	—
ত্রিশির কাচ	—	ত্রিশির কাচ
দিগদর্শন	দিগদর্শন	দিগদর্শন
দূরবীক্ষণ	—	—
দৃষ্টিকোণ	—	—
দৃঢ়তা	কঠিনত্ব	কঠোবদ্ধ
দোলায়মান গতি	পরিদোলন	পরিদোলন
দ্রব*	তরল, দ্রব	তরল, দ্রব
দ্রবণাক্ষ	—	দ্রবণাক্ষ
নিবপেক্ষ গতি	অন্যপেক্ষ গতি	নির্যপেক্ষ গতি
নিশ্চেষ্টতা	✓ জড়ত্ব	জড়ত্ব, নিশ্চেষ্টত্ব
নিম্প্রভ	—	নিম্প্রভ
পদার্থবিদ্যা	পদার্থবিদ্যা	পদার্থবিদ্যা
পরিক্ষেপ	—	পরিক্ষেপ
পরিচালক	পরিচালক	পরিচালক
পরিচালন	পরিচালন	পরিচালন
পরিদোলক	পরিদোলক	পরিদোলক
পরিবাহন	—	পরিবাহন
পাদার্থিক আকর্ষণ	—	মহাকর্ষণ, সঙ্কর্ষণ
পুষ্ট তড়িৎ*	—	পর তড়িৎ

* প্রকৃতিবাদ অভিধান দেখ।

যোগেশ বাবু	উমেশ বাবু	সূর্য্য বাবু	ইংরাজি প্রতীশব্দ
তাপ সঞ্চালন	—	তাপসঞ্চালন	Distribution of heat
তাড়িত	—	তাড়িত	Telegraph
বার্তাবহ	—	বার্তাবহ	—
ত্রিপার্শ্ব কাচ	ত্রিপার্শ্ববিশিষ্ট কাচ	ত্রিপার্শ্ববিশিষ্ট কাচ	Prism
দিক্‌দর্শন	দিক্‌দর্শন	—	Compass, mariner's
দূরবীক্ষণ	দূরবীক্ষণ	দূরবীক্ষণ	Telescope
দৃষ্টিকাঁচ	পুটাকার দর্পণ	যবাকারকাচ	Lens
—	কাঠিন্ত	কাঠিন্ত	Hardness
—	দোলন	—	Oscillation
তরল	তরল	তরল	Liquids
জবণাক	জবণাক	জবণ বিন্দু	Melting point
—	—	নিরপেক্ষ গতি	Absolute motion
জড়ত্ব	জড়ত্ব	জড়ত্ব	Inertia
পর প্রকাশ	—	—	Non-luminous
পদার্থ বিজ্ঞান	—	প্রকৃতি বিজ্ঞান	Physics
পরিব্যাপ্তি	—	—	Diffusion of heat of light.
পরিচালক	পরিচালক	পরিচালক	Conductors
পরিচালক	পরিচালন	পরিচালন	Conduction
—	পরিদোলক	পরিদোলক	Pendulum
পরিবাহন	পরিবাহন	পরিবাহন	Convection
—	মহাকর্ষণ	মহাকর্ষণ	Gravitation, Uni- versal attraction
সংযোগ	সংযোগাত্মক	সমতাড়িত	Positive electricity
তাড়িত	তাড়িত	—	—

বৈজ্ঞানিক শব্দ	অক্ষয় বাবু	মহেন্দ্র বাবু
প্রকৃত প্রতিরূপ	—	—
প্রক্ষেপক বল	প্রক্ষেপিকা শক্তি	—
প্রচ্ছন্ন তাপ	—	অপ্রত্যক্ষ গুচ তেজ
প্রতিক্ষেপ	পর্যাবর্তন	প্রতিকলন
প্রতিক্ষেপ কোণ	পর্যাবর্তিত কোণ	প্রতিকলন কোণ
প্রতিক্ষেপক দর্পণ	—	—
প্রদর্শক	—	—
প্রসারণ	বিস্তার, বৃদ্ধি	প্রসারণ
প্রসারণীয়তা	বিস্তার্যতা	প্রসারণীয়তা
বল	শক্তি	বল
বল বিঘাত	—	বল বিঘাত
বাধা	—	—
বাপ্প	বাপ্প	বাপ্প
বাপ্প নিঃসরণ	—	বাপ্প নিঃসরণ
ভারকেন্দ্র	✓ ভারকেন্দ্র	ভারকেন্দ্র
ভূয়ঃকম্পন	—	অমুরণ, আলোলন
মাধ্যাকর্ষণ	মাধ্যাকর্ষণ	মাধ্যাকর্ষণ
মিশ্র পদার্থ	—	মিশ্র পদার্থ
মূল বা রূঢ় পদার্থ	রূঢ় পদার্থ	মূল পদার্থ
মেরু	—	মেরু
যৌগিক পদার্থ	যৌগিক পদার্থ	যৌগিক পদার্থ
রাসায়নিক সংসক্তি*	রাসায়নিক আকর্ষণ	রাসায়নিক সম্বন্ধ

যোগেশ বাবু	উমেশ বাবু	সুধা বাবু	ইংরাজি প্রতিশব্দ
—	—	—	Positive photograph
—	—	—	Projectile force
প্রচ্ছন্নতাপ	প্রচ্ছন্নতাপ	প্রচ্ছন্নতাপ	Latent heat
পরাবর্তন	দিক্‌পরিবর্তন	প্রতিফলন	Reflection of heat, light or motion
পরাবর্তন কোণ	প্রতিফলনকোণ	—	Angle of reflection
—	—	পুটাকার দর্পণ	Reflectors
—	—	—	Pointer
প্রসারণ	প্রসারণ	প্রসারণ	Expansion
—	প্রসারণত্ব	প্রসারণত্ব	Expansibility
বল	বল	বল	Forces
—	—	—	Decomposition of forces
—	—	—	Resistance
বাপ	বাপ	বাপ	Vapour
—	বাপনিসরণ	উচ্ছোষণ	Evaporation
ভারকেন্দ্র	ভারকেন্দ্র	ভারকেন্দ্র	Centre of gravity
কম্পন	—	আন্দোলন	Vibration
মাধ্যাকর্ষণ	মাধ্যাকর্ষণ	মাধ্যাকর্ষণ	Gravity
—	—	—	Mixed bodies
মৌলিক	মৌলিক	মৌলিক, মূল-	Elementary
পদার্থ	পদার্থ	পদার্থ	bodies
ধ্রুব	কেন্দ্র	কেন্দ্র	Poles of battery, magnetic
যৌগিক পদার্থ	যৌগিকপদার্থ	যৌগিক পদার্থ	Compound bodies
—	—	রাসায়নিক সম্বন্ধ	Chemical attraction

বৈজ্ঞানিক শব্দ	অক্ষয় বাবু	সংহত বাবু
বক্রগতি	বক্রগতি	বক্রগতি
বক্রনালী যন্ত্র	—	বক্রনালী যন্ত্র
বর্দ্ধমান গতি	/ বিবৃদ্ধ গতি	বর্দ্ধমান বেগ
বহির্কাহ	বহির্কাহ	বহির্কাহ
বাণিজ্যবাহু	—	—
বারিঘটিত পেষণ যন্ত্র	—	বারিঘটিত পেষণ যন্ত্র
বারিঘটিত সমতল-নিরূপক যন্ত্র	—	—
বারিমাণ যন্ত্র	—	বারিমাণ যন্ত্র
বারিমাণক তুলাদণ্ড	—	বারিমাণক তুলাদণ্ড
বায়বীয় পদার্থ	বায়ুবৎ পদার্থ	বায়বীয় পদার্থ
বায়ুনিকাশন যন্ত্র	বাতনির্ঘাণ যন্ত্র	বায়ুনিকাশন যন্ত্র
বায়ুমান যন্ত্র	—	বায়ুমান যন্ত্র
বিকর্ষণ	বিরোজন	বিকর্ষণ
বিকিরণ	বিকিরণ	বিকিরণ
বিপরীত প্রতিক্রম	—	—
বিপুলদর্শক কাচ	—	—
বিবর্তন	—	বিবর্তন
বিভাজ্যতা	বিভাজ্যতা	<u>বিভাজ্য</u>
বিবম গতি	বিবম গতি	বিবম বেগ
বিবম সংহতি	বিবম বোগাকর্ষণ	সংসক্তি
বিহুতি	বিহুতি	স্থানব্যাপকত্ব
বেগ	বেগ	বেগ

যোগেশ বায়ু	উদ্বোধন বায়ু	সূর্য বায়ু	ইংরাজি প্রতিশব্দ
—	—	বক্রগতি	Curvilinear motion
বক্রনালী যন্ত্র	বক্রনালী যন্ত্র	বক্রনালী যন্ত্র	Syphon
—	বিবৃদ্ধ গতি	বিবৃদ্ধ গতি	Accelerated motion
—	—	বহির্কোষ	Exosmose
—	—	—	Trade winds
—	—	পেচন যন্ত্র	Water-press
—	—	—	Water-level
—	—	—	Hydrometer
—	—	—	Hydrostatic balance
বায়বীয় পদার্থ	বায়বীয় পদার্থ	বায়বীয় পদার্থ	Gaseous substances
বায়ুনিকাশন যন্ত্র	বায়ুনিকাশন যন্ত্র	বায়ুনিকাশন যন্ত্র	Air-pump .
বায়ুমান যন্ত্র	বায়ুমান যন্ত্র	বায়ুমান যন্ত্র	Barometer
বিশ্ৰকর্ষণ	বিশ্ৰকর্ষণ	বিশ্ৰকর্ষণ	Repulsion, molecu- lar, magnetic &c.
বিকিরণ	বিকিরণ	বিকিরণ	Radiation of heat, light
—	—	—	Negative photograph
—	—	—	Magnifying glass
বক্রগতি	বক্রগতি	—	Refraction of heat, light
বিভাজ্যতা	বিভাজ্যতা	বিভাজ্যতা	Divisibility
বিষম গতি	বিষম গতি	বিষম গতি	Varied motion
—	—	সংসক্তি	Adhesion
বিস্তৃতি	বিস্তৃতি	ব্যাপকত্ব	Extension
বেগ	বেগ	বেগ	Velocity

বৈজ্ঞানিক শব্দ	অক্ষয় বাবু	মহেন্দ্র বাবু
শক্তি	—	—
শতাংশিক	—	শতাংশিক
শীঘ্র বাষ্পায়নশীল	—	বাষ্পায়নশীল
শূন্য	—	—
শৈত্যোৎপাদক মিশ্রণ	—	—
শোষণ	শোষণ	পরিশোষণ
সজ্বাত বল	মিশ্রগতি	সজ্বাত বল
সঞ্চারণ	—	সঞ্চারণ
সঞ্চিত	—	সঞ্চিত
সংবেগ	বেগবল	সংবেগ
সমগতি	সমগতি	সমবেগ
সমসংহতি	যোগাকর্ষণ	সংহতি
সান্তরতা	✓ সান্তরতা	সান্তরত্ব
সান্তরনাক, সজ্বাতাক	—	—
সাপেক্ষ গতি	আপেক্ষিক গতি	সাপেক্ষ গতি
সামগ্রীপরিমাণ	—	সামগ্রী
সৌর দর্শন	—	—
স্থানাবরোধকতা	স্থিতি বিরোধ	স্থানাবরোধকত্ব
স্থায়ী সাম্যতাব	—	স্থায়ী সাম্যতাব
স্থিতিস্থাপকতা	স্থিতিস্থাপকতা	স্থিতিস্থাপকতা
ফুটন	—	—
ফুটনাক	—	ফুটন বিন্দু
খচ্ছ	খচ্ছ	খচ্ছ
হ্রসমানগতি	হ্রাসমানগতি	হ্রসমানবেগ

যোগেশ বাবু	উমেশ বাবু	স্বর্ধ্য বাবু	ইংরাজি প্রতিশব্দ
—	—	—	Power
শতাংশিক	সেন্টিগ্রেড্	শতাংশিক	Centigrade scale
—	—	—	Volatile
—	—	—	Vacuum
—	—	—	Freezing mixture
শোষণ	বিশোষণ	<u>পরিশোষণ</u>	Absorption of heat, light
—	সজাতবল	সজ্বাতবল	Resultant forces, motion
সঞ্চারণ	—	—	Induction, electric, magnetic
জ্বপ্রকাশ	—	—	Luminous
—	—	—	Momentum
সমগতি	সমগতি	সমগতি	Uniform motion
সংহতি	—	সংহতি	Cohesion
সাস্তরতা	সাস্তরতা	সাস্তরত্ব	Porosity
—	—	—	Freezing point
—	—	সাপেক্ষগতি	Relative motion
—	—	—	Mass
সৌর দর্শন	—	—	Solar spectrum
স্থানাবরোধকতা	অবরোধকত্ব	অবরোধকত্ব	Impenetrability
—	স্থায়ী স্থিরতাব	স্থায়ী সাম্যতাব	Stable equilibrium
—	—	স্থিতিস্থাপকত্ব	Elasticity
—	—	উৎসেচন	Ebullition
ফুটনাক	ফুটনাক	ফুটন বিন্দু	Boiling point
স্বচ্ছ	স্বচ্ছ	—	Transparent
—	ইসমানগতি	ইসমানগতি	Retarded motion

প্রশ্ন ।

(মধা ছাত্রবৃত্তি পরীক্ষার নির্দিষ্ট অংশ হইতে এই প্রশ্নগুলি প্রদত্ত হইল ।
যে প্রকরণের প্রশ্ন তাহার সংখ্যা দেওয়া গেল)

- ১।—১। জড় পদার্থ কাহাকে বলে ?
- ২।—১। জড় পদার্থ কয় প্রকার ?
২। একটি ক্লট, একটি যৌগিক ও একটি মিশ্র পদার্থের নাম করিয়া উহাদের প্রভেদ বুঝাইয়া দাও ।
- ৩।—১। পদার্থ বিদ্যার আলোচ্য বিষয় কি ?
২। পদার্থ বিদ্যা ও রসায়ন বিদ্যাতে প্রভেদ কি ?
- ৪।—১। একটি দৃষ্টান্ত লইয়া পদার্থের সামগ্রীপরিমাণ, গাঢ়তা ও আয়তন বুঝাইয়া দাও ।
- ৫।—১। জড় পদার্থ কিরূপে গঠিত ?
২। অণু ও পরমাণুতে প্রভেদ কি ?
৩। পদার্থের অণু সকলের মধ্যে ফাঁক থাকিবার কারণ কি ?
- ৬।—১। পদার্থের কয়টি অবস্থা ?—কি কারণে অবস্থাবিভেদ হয় ?
- ৭।—১। জড় পদার্থের সাধারণ ধর্ম কাহাকে বলে ?—সাধারণ ধর্ম-গুলির নাম বল ।
২। পদার্থের বিশেষ ধর্ম কাহাকে বলে ?—কতকগুলি বিশেষ ধর্মের নাম বল ।
- ৮।—১। বিস্তৃতি কাহাকে বলে ?
২। পদার্থের কয়টি পরিমাণ ?
৩। রেখা, ক্ষেত্র ও আয়তন কিসে হয় ?
- ৯।—১। স্থানাবরোধকতা কাহাকে বলে ?—দৃষ্টান্ত দ্বারা বুঝাইয়া দাও ।
- ১০।—১। বিভাজ্যতা কাহাকে বলে ?—উহার প্রমাণ দাও ।
২। পরমাণু বিভাজ্য হইতে পারে না কেন ?
- ১১।—১। অনবরত কাহাকে বলে ?—দৃষ্টান্ত দ্বারা বুঝাইয়া দাও ।
- ১২।—১। সান্দ্রতা কাহাকে বলে ?
২। দৃষ্টান্ত দ্বারা দুই প্রকার সান্দ্রতার প্রভেদ বুঝাইয়া দাও ।
৩। একটি কঠিন, একটি ত্রুণ ও একটি বায়বীয় পদার্থের সান্দ্রতা প্রমাণ কর ।
- ১৩।—১। আকর্ষণীয়তা কাহাকে বলে ?

- ২। প্রসারণীয়তা কাহাকে বলে ?
- ৩। পদার্থের কি গুণ না থাকিলে আকৃষ্ট হইতে পারিত না ?
- ৪। কঠিন পদার্থ কখন ভাঙ্গিয়া যায় ?
- ৫। জলের আকৃষ্টনীয়তার পরিমাণ কত ?
- ৬। বায়বীয় পদার্থের আকৃষ্টনীয়তার প্রমাণ বল।

১৪।—১। স্থিতিস্থাপকতা কাহাকে বলে ?

- ২। কত প্রকারে স্থিতিস্থাপকতার পরিচয় পাওয়া যায় ?—প্রত্যেক প্রকারের একটি করিয়া দৃষ্টান্ত দাও।
- ৩। কিরূপ পদার্থ পূর্ণমাত্রায় স্থিতিস্থাপক ?
- ৪। এমন কতকগুলি পদার্থের নাম কর, যাহারা অত্যন্ত অধিক স্থিতিস্থাপক ? এবং এমন কতকগুলির নাম কর, যাহারা অতি অল্পই স্থিতিস্থাপক ?
- ৫। পদার্থের স্থিতিস্থাপকতার সীমা না জানিলে মিস্ত্রিদিগের কি অশ্রুবিধা হইত ?
- ৬। রবারের বল মাটির উপর পড়িলে লাফাইয়া উঠে কেন ?

১৫।—১। স্থিতি কাহাকে বলে ?

- ২। নিরপেক্ষ ও সাপেক্ষ স্থিতির প্রভেদ বুঝাইয়া দাও।

১৬।—১। গতি কাহাকে বলে ?

- ২। নিরপেক্ষ ও সাপেক্ষ গতির প্রভেদ বুঝাইয়া দাও।
- ৩। নিরপেক্ষ স্থিতি ও গতি অসম্ভব কেন ?

১৭।—১। বিবিধ প্রকার গতির বিবরণ বল।

১৮।—১। গতির অঙ্গ কয়টি ?

- ২। বেগ কাহাকে বলে ?—বেগের হার কিরূপে নিরূপিত হয় ?

১৯, ২০।—১। নিশ্চেষ্টতা কাহাকে বলে ?

- ২। একটি মার্বেল গড়াইয়া দিলে, উহা থামে কেন ?
- ৩। নিশ্চেষ্টতার চির সচল গতির একটি দৃষ্টান্ত দাও।
- ৪। নিশ্চেষ্টতার কয়েকটি দৃষ্টান্ত বল।

২১।—১। বল কাহাকে বলে ?—বলের কয়েকটি দৃষ্টান্ত বল।

- ২। শক্তি ও বাধা কাহাকে বলে ?

২২।—১। ঘর্ষণ-বল কাহাকে বলে ?

- ২। ঘর্ষণ-বল না থাকিলে কি ক্ষতি হইত ?

২৩, ২৪।—১। বলের কি কি অঙ্গ ?

- ২। বল কিরূপে প্রকাশিত হয় ?

- ২৫।—১। কিরূপ হইলে একাধিক বলের সমাবস্থা হয় ?
 ২। সম্ভাব্য বল কাহাকে বলে ?
 ৩। কোন বিন্দুতে এক দিক্ হইতে কয়েকটি বল প্রযুক্ত হইলে উহাদের সম্ভাব্য বলের পরিমাণ ও দিক্ কি হইবে ?
 ৪। কোন বিন্দুতে ঠিক্ বিপরীত দিক্ হইতে কয়েকটি বল প্রযুক্ত হইলে উহাদের সম্ভাব্য বলের পরিমাণ ও দিক্ কি হইবে ?
 ৫। বল-সমাস্তরক্ষেত্রটি নিয়মটি চিত্র আঁকিয়া বুঝাইয়া দাও ।
 ৬। বল-বিষয়ক বহুকোণী ক্ষেত্র কিরূপে উৎপন্ন হয় ?—উহাতে সম্ভাব্যবলের দিক্ ও পরিমাণ কিরূপে প্রকাশিত হয় ?
 ৭। সমাস্তরাল বলের সম্ভাব্যবল কিরূপে নিরূপিত হয় ?
- ২৬।—১। চিত্র আঁকিয়া বল-বিঘাত বুঝাইয়া দাও ।
- ২৭।—১। সমাস্তরাল বলের কেন্দ্র কি ?
- ২৮।—১। বলদ্বন্দ্ব কিরূপে উৎপন্ন হয় ?
- ২৯।—১। বক্রগতি উৎপন্ন হইবার কয়েকটি কারণ নির্দেশ কর ।
- ৩০।—১। গতি-প্রতিক্ষেপের নিয়ম কি ?
- ৩১।—১। গতির কয়টি নিয়ম ?—নিয়মগুলি কি কি ?
 ২। এক একটা প্রমাণ দিয়া প্রত্যেক নিয়ম প্রতিপন্ন কর ।
- ৩২।—১। সংবেগ কিরূপে নিরূপিত হয় ?
 ২। বেগ ও সংবেগে প্রভেদ কি ?—দৃষ্টান্ত দ্বারা বুঝাইয়া দাও ।
- ৩৩।—১। পাদার্থিক আকর্ষণ কাহাকে বলে ?—উহার নিয়ম কি ?
- ৩৪, ৩৫।—১। মাধ্যাকর্ষণ কাহাকে বলে ?
 ২। ভার কাহাকে বলে ?
 ৩। নিরক্ষ দেশ অপেক্ষা মেরুপ্রদেশে পদার্থের ভার বাড়ি কেন ?
 ৪। প্রধানতঃ কিসের অনুপাতে পদার্থের ভারের তারতম্য হয় ?
 ৫। গুরুত্ব পতন-নিয়ামক নহে, তাহার কারণ ও প্রমাণ কি ?
 ৬। মাধ্যাকর্ষণ ও ভায়ে প্রভেদ কি ?
 ৭। মাধ্যাকর্ষণ না থাকিলে কি ক্ষতি হইত ?
 ৮। মনে কর, পৃথিবীর ভিতরটা ফাঁপা, আমাদের দাঁড়াইবার জন্ত উপরে একটি খোসামাত্র আছে, তাহা হইলে এক ডালা সীসার ভারের কোন ব্যতিক্রম হয় কি না ?
 ৯। মনে কর, তোমার পায়ের তলার পৃথিবী নাই, শূন্যের উপর দাঁড়াইয়া তুমি এক সের সীসা হাতে লইলে ; উহা ভারী বোধ হইবে কি না ?

৩৬।—১। ভারকেল্ল কাহাকে বলে ?

২। কি হইলে পদার্থ উপর হইতে নিম্নে পড়ে না ?

৩। সরল রেখা, বৃত্ত, স্তম্ভ ও আয়তক্ষেত্রের ভারকেল্ল কোথায় ?

৪। পদার্থের ভূমি কাহাকে বলে ? ভূমির সম্পর্কে ভারকেল্ল কিরূপ থাকিলে পদার্থ পড়িয়া যায় না ? এবং কিরূপ থাকিলে পড়িয়া যায় ?

৩৭।—১। সকল পদার্থেরই কি ভারকেল্ল আছে ?

২। কোন পদার্থ চারিদিকে অবশেষে ঘুরিতে ক্রিান্তে পারে, তাহার ভারকেল্ল কোথায় থাকিবে ?

৩। বিস্তৃত সমতল ভারী পদার্থের ভারকেল্ল স্থির করিবার প্রণালী কি ? অশ্রু প্রকারের বস্তুর ভারকেল্ল ঐ প্রণালীতে নিরূপণ করা যায় কি না ? তোমার উত্তরের কারণ বল ।

৩৮।—১। সাম্যভাব কয় প্রকার ? প্রত্যেক প্রকারের দৃষ্টান্ত দাও ।

৩৯।—১। একটি সাধারণ তুলাদণ্ডের চিত্র অঙ্কিত কর ।

২। যে বিন্দুতে তুলাদণ্ড ঝুলান থাকে, তাহার উপর দিকে উহার ভারকেল্ল থাকিতে পারে না কেন ?

৩। দণ্ডটি এক দিকে হেলাইয়া দিলে পুনরায় সমতল হয় কেন ?

৪০।—১। পতনশীল বস্তুর পড়িবার নিয়ম কি কি ?

৪১।—১। আণবিক আকর্ষণ মূলতঃ কয় প্রকার ?

৪২, ৪৩।—১। সংহতি কাহাকে বলে ? একটি দৃষ্টান্ত দাও ।

২। সংহতি কয় প্রকার ? প্রত্যেক প্রকারের দৃষ্টান্ত দাও ।

৪৪—৪৬।—১। কৈশিকতা যে সংহতির কার্য্য তাহা বুঝাইয়া দাও ।

২। দৃষ্টান্ত দিয়া কৈশিক উন্নতি ও অবনতি বুঝাইয়া দাও ।

৩। এই আকর্ষণের নাম কৈশিকতা হইল কেন ?

৪। কি কি নিয়মে কৈশিকাকর্ষণের কার্য্য হয় ?

৫। কৈশিকতার কয়েকটি দৃষ্টান্ত বল ।

৬। দরজা, কবচি গ্রীষ্মকালে খাটিতে থাকে কেন ?

৭। নূতন কাপড় কি দড়ি জলে ভিজিলে এসারিত হয়, না শুকুচিত হয় ? তোমার উত্তরের কারণ বল ।

৪৭।—১। অভর্কবাহ ও বহির্কবাহ কাহাকে বলে ?

২। উহার মধ্যে সংহতির কার্য্য বুঝাইয়া দাও ।

৪৮, ৪৯।—১। মাধ্যাকর্ষণ ও সংহতিতে প্রভেদ কি ?

২। সংহতি না থাকিলে কি ক্ষতি হইত ?

৫০, ৫১।—১। রাসায়নিক সংসক্তি কাহাকে বলে ?

২। মাধ্যাকর্ষণ ও সংহতি হইতে রাসায়নিক সংসক্তির প্রভেদ কি ?

- ৩। রাসায়নিক সংসক্তি না থাকিলে কি ক্ষতি হইত ?
- ৫২।—১। কঠিন পদার্থ কাহাকে বলে ?
২। কঠিন পদার্থের আকার বা আয়তন কি আদৌ পরিবর্তন হয়না ?
৩। দৃষ্টান্ত দ্বারা আয়তন ও আকারের প্রভেদ বুঝাইয়া দাও।
- ৫৩।—১। কঠিন পদার্থের প্রধান প্রধান ধর্মগুলি বল।
- ৫৪।—১। টানসহ্য কাহাকে বলে ?
২। কোন পদার্থের টানসহ্যত্বের সীমা কিরূপে নিরূপণ করে ?
৩। যাহা সহজে ভাঙ্গে না, তাহাই কি অধিক টানসহ্য ? দৃষ্টান্ত দ্বারা তোমার উত্তর প্রতিপন্ন কর।
- ৫৫।—১। দৃঢ়তা কাহাকে বলে ?
২। কোমলতা কাহাকে বলে ?
৩। দৃঢ়তা ও কোমলতা যে আপেক্ষিক গুণ ইহা দৃষ্টান্তদ্বারা বুঝাও।
৪। কতকগুলি ধাতুকে ইচ্ছানুসারে দৃঢ় অথবা কোমল করা যায়।
কি উপায়ে তাহা হয়, দৃষ্টান্ত সহিত বল।
- ৫৬।—১। ভঙ্গপ্রবণতা কাহাকে বলে ?
- ৫৭।—১। আঘাতসহ্য কাহাকে বলে ?
২। দ্রব্যের আঘাতসহ্য গুণ কিসে বাড়ে ?
৩। কোন্ কোন্ ধাতুকে শীতল অবস্থায় পিটিলে উত্তম পাত হয় ?
অপরূপ ধাতুকে কি অবস্থায় পিটিলে ভাল পাত হয় ?
৪। আঘাতসহ্য গুণ অবলম্বন করিয়া ধাতু সকলের একটি ক্রমিক তালিকা প্রস্তুত করিয়া দাও।
- ৫৮।—১। তান্তবতা কাহাকে বলে ?
২। আঘাত-সহ্যের সহিত তান্তবতার কোন সম্বন্ধ আছে কি না ?
দৃষ্টান্ত দিয়া তোমার উত্তর প্রতিপন্ন কর।
৩। তান্তবতা গুণ অবলম্বন করিয়া ধাতু সকলের একটি ক্রমিক তালিকা প্রস্তুত করিয়া দাও।
- ৫৯।—১। দ্রব পদার্থ কিরূপ ?
- ৬০।—১। দ্রব পদার্থ প্রায় আকৃষিত হয় না, পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ কর।
- ৬১।—১। পাস্কালের নিয়মটি পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ কর।
২। একটি বর্গাকৃতি অর্গলের এক পার্শ্বের পরিমাণ দুই ইঞ্চি, উহার উপর জলের চাপ দশ সেমি; তাহা হইলে যে বর্গাকৃতি অর্গলের পার্শ্ব পরিমাণ তিন ইঞ্চি, তাহার উপর কত চাপ পড়িবে ?
- ৬২।—১। বার্নিঘটিত পেষণযন্ত্রের কার্যে পাস্কালের নিয়মটি বুঝাইয়া দাও।
২। একটি পেষণ যন্ত্রের বৃহত্তর অর্গলের পৃষ্ঠপরিমাণ ক্ষুদ্রতরটির অপেক্ষা আশীগুণ অধিক ; ক্ষুদ্রতর অর্গলের উপর পনের সেমি চাপ দিলে বৃহত্তর অর্গলটি কত বলে ঠেলিবে ?

- ৩। পেষণ যন্ত্রের ক্ষুদ্রতর অর্গল যত শীঘ্র নামে, বৃহত্তর অর্গল কি তত শীঘ্র উঠে ?
- ৬৩।—১। দ্রব পদার্থের উপরিভাগ নিম্নতই সমতল থাকে, ইহা পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ কর।
- ২। তবে কি সমুদ্রের পৃষ্ঠদেশ পৃথিবীর সহিত বর্ত্ত লাকার নহে ?
- ৩। কৈশিকতাতে দ্রব পদার্থের উপরিভাগ কি সমতল থাকে, না অশ্রুতা হয় ? তোমার উত্তরের কারণ বল।
- ৪। উৎস কিরূপে উৎপন্ন হয় ?
- ৫। উষ্ণ প্রসারণের উষ্ণতা কি কারণে হয় ?
- ৬৪।—১। একটা সমতল-নিরূপক যন্ত্র অঙ্কিত করিয়া উহার বিবরণ বল।
- ৬৫।—১। দ্রব পদার্থের চাপের পরিমাণ কিরূপে নিরূপিত হয়, পরীক্ষা দ্বারা বুঝাইয়া দাও।
- ২। দ্রব পদার্থের চাপ উহার পরিমাণ কি আধারপাত্রে আকৃতি-সাপেক্ষ নহে, ইহা পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ কর।
- ৩। একটা পুষ্করিণীতে দশ হাত জলের নিম্নে একটা পাত্রে উপর দশ সের চাপ পড়ে, পঁচিশ হাত নিম্নে কত চাপ পড়িবে ?
- ৪। একটা ক্ষুদ্র পুষ্করিণীর দশ হাত নিম্নে যত চাপ, তদপেক্ষা বৃহত্তর পুষ্করিণীর দশ হাত নিম্নে তদপেক্ষা অধিক না অল্প চাপ হইবে ?
- ৫। গভীর জলে বোতল ডুবাইয়া জলের চাপ কিরূপে বুঝা যায় ?
- ৬৬।—১। আর্কিমিডিসের নিয়মটি কি ? উহা পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ কর।
- ৬৭।—১। কিরূপ পদার্থ জলে ডুবে ? কেন ?
- ২। কিরূপ পদার্থ জলে ডুবেও না ভাসেও না ? কেন ?
- ৩। কিরূপ পদার্থ জলে ভাসে ? কেন ?
- ৬৮।—১। আপেক্ষিক গুরুত্ব কাহাকে বলে ?
- ২। সকল পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব কি জলের তুলনায় ধরা হয় ?
- ৬৯।—১। কঠিন পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব কিরূপে নিরূপণ করে ?
- ২। কিঞ্চিৎ বিশুদ্ধ স্বর্ণ বায়ুতে ওজন করিলে ৫৭ রতি হইল, কিন্তু জলে ৫৪ রতি হয়, উহার আপেক্ষিক গুরুত্ব কত ?
- ৭০।—১। দ্রব পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব কিরূপে নিরূপণ করে ?
- ৭১।—১। জল অপেক্ষা লঘুতর দ্রব্যের আপেক্ষিক গুরুত্ব কিরূপে নিরূপণ করে ?
- ৭২।—১। মিশ্র পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব কিরূপে নিরূপণ করে ?
- ২। কিঞ্চিৎ স্বর্ণ বায়ুতে ওজন করিলে ৭৬ রতি হয়, কিন্তু জলে ওজন করিলে ৭০ রতি হয়, স্বর্ণটুকু খাঁটি কি না ? তোমার উত্তরের কারণ বল।

- ৩। এক খণ্ড পাথর বায়ুতে ওজন করিলে ২০০ রতি হয়, জলে ১৫০ রতি হয়। আর এক খণ্ড ঐরূপ পাথর বায়ুতে ৫৬০ রতি হইল, জলে কত হইবে ?

৭৩।—১। বারিমাণ যন্ত্র কাহাকে বলে ?

- ৭৪।—১। ভারী অথবা লঘু, কোন্ দ্রব পদার্থের উদ্ভাসনী শক্তি অধিক ?
২। এমন একটা পদার্থের নাম কর, যাহাতে লৌহ ভাসে।
৩। বিশুদ্ধ অথবা লবণাক্ত, কোন্ জলে মানুষ সহজে ভাসে ? মানুষ সহজে ডুবে না, এমন একটা জলাশয়ের নাম কর।
৪। কোন দ্রব পদার্থের উপর কোন বস্তু রাখিলে সেই বস্তু ঐ দ্রব পদার্থের যতটুকু অংশ অধিকার করে, ততটুকু অংশের যত ভার বস্তুটির ভার হইতে তত ভার কমিয়া যায়, ইহার কারণ পার্কার করিয়া বুঝাইয়া দাও।

৫৯—৭৪।—১। দ্রব পদার্থের বিশেষ ধর্মগুলি বল।

৭৫—৭৮।—১। বায়বীয় পদার্থ কাহাকে বলে ?

- ২। দ্রব ও বায়বীয় পদার্থে প্রভেদ কি ?
৩। উহাদের সাদৃশ্যই বা কি ?
৪। বায়বীয় পদার্থ কয় প্রকার ?
৫। গ্যাস ও বাষ্পে প্রভেদ কি ?

৭৯।—১। বায়ুর চাপ পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ কর।

- ৮০।—১। দ্রব ও বায়বীয় পদার্থের চাপের নিয়মে প্রভেদ কি ?
২। বায়বীয় পদার্থের চাপ পাত্রের আয়তনের বিপরীতানুপাতে হয়, ইহা পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ কর।

৮১।—১। পৃথিবী বায়ুকে আকর্ষণ করে, না তাড়াইয়া দেয় ? পরীক্ষা দ্বারা তোমার উত্তর প্রতিপন্ন কর।

- ২। প্রমাণ কর যে কতকগুলি বায়বীয় পদার্থ অপর অপেক্ষা ভারী।
৩। প্রমাণ কর যে কতকগুলি বায়বীয় পদার্থ অপর অপেক্ষা লঘু।

৮২।—১। বায়ুমণ্ডলের গভীরতা কত ?

- ২। মনুষ্য শরীরের উপর বায়ুমণ্ডলের চাপ কত ?
৩। এত চাপ সবে কাগজাদি লঘু পদার্থ বায়ুতে উড়ে কেন ? আমরাই বা কেমন করিয়া অনায়াসে হাত পা নাড়ি ?

৮৩।—১। ঝারির পরীক্ষাতে বায়ুর উর্দ্ধচাপ প্রমাণ কর।

৮৪।—১। “একমণ লৌহ ও একমণ তুলা সমান ভারী নয়,” ইহার কারণ কি বুঝাইয়া দাও।

৮৫।—১। বেলুন কিসে বায়ুর উপরে উঠে ?

৮৬—৮৭।—১। বায়ুমান যন্ত্র কিরূপে প্রস্তুত করে ?

- ২। বায়ুমানে পারদ স্তম্ভ কত উচ্চ হয় ?
- ৩। টরিসেলীয় শূন্য কাহাকে বলে ?
- ৪। পর্বতের উপর বায়ুমানের পারদ স্তম্ভ অল্প উচ্চ হয় কেন ?
- ৫। বায়ুমানে আকাশের অবস্থা কিসে বুঝা যায় ?

৮৮।—১। অর্গল, চোঙ, চোরা কবাট কাহাকে বলে ?

- ২। বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্রটি আঁকিয়া উহার কার্যপ্রণালী বুঝাইয়া দাও।
- ৩। একটি পাত্রের পরিমাণ ৯০ ঘন ইঞ্চি ; একটি বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্রের চোঙের পরিমাণ ১০ ঘন ইঞ্চি। অর্গলটী একবার তুলিলে ও নামাইলে পাত্রের কত ভাগ বায়ু বাহির হইবে ?

৮৯, ৯০।—১। বায়ুমানে পারদেব স্থানে জল লইলে কত উচ্চ হইবে ?

- ২। জলোত্তোলনযন্ত্রটি আঁকিয়া উহার কার্যপ্রণালী বুঝাইয়া দাও।
- ৩। চৌবাচ্চার জলের উপর হইতে নিম্নকবাট পর্য্যন্ত উচ্চতা ৩০ ফুটের অধিক হইলে জলোত্তোলন যন্ত্রের কার্য চলেনা কেন ?
- ৪। পর্বতের উপরে জলের উপর হইতে নিম্ন কবাটের উচ্চতা ৩০ ফুট অপেক্ষা কমান কি নাড়ান আবশ্যক ?
- ৫। কখন কখন যন্ত্রের কার্য আরম্ভ করিবার পূর্বে অর্গলের উপর কিঞ্চিৎ জল ঢালিয়া দিতে হয়, ইহার উদ্দেশ্য কি ?
- ৬। একটি সাইফন আঁকিয়া উহার কার্যপ্রণালী বুঝাইয়া দাও।
- ৭। বায়ুমণ্ডলের চাপ সাইফনের ক্রিয়াতে কিরূপ কার্য করে ?

৭৫—৯০।—১। বায়বীয় পদার্থের বিশেষ ধর্মগুলি বল।

১০৩।—১। তাপ জিনিসটা কি ?

- ২। শীতল পদার্থ অপেক্ষা তাপপ্রাপ্ত পদার্থ কি অধিক ভারী ?
- ৩। যদি তাপ এক প্রকার গতি হয়, তাহা হইলে তাপপ্রাপ্ত পদার্থের অণুগুলির গতি চক্ষুতে দেখা যায় না কেন ?
- ৪। কম্পমান পদার্থ সম্বন্ধে দুইটা জিনিস জানা আবশ্যক, কি কি ?
- ৫। তাপপ্রাপ্ত পদার্থ সম্বন্ধে দুইটা জিনিস জানা আবশ্যক কি কি ?

১০৪।—১। একটি ধাতুময় দণ্ডে তাপ দিলে উহার দৈর্ঘ্য বাড়ে, পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ কর।

- ২। একটি কাচকুণ্ডের উপরে একটি লম্বা নল আছে ; কুণ্ডে জল দিয়া তাপ দিলে কি ঘটে ?
- ৩। একটি রবারের খলির ভিতর তিনের দুই ভাগ বায়ু পূরিয়া তাপ দিলে কি ঘটে ?

১০৫, ১০৬।—১। একটি পারদ ঘটিত তাপমান যন্ত্রের সাধারণ বিবরণ বল। কি প্রণালীতে উহার কার্য হয় ?

- ২। তাপমানে পারদ পুরিবার ও মুখ আঁটিবার প্রণালী কি ?
- ৩। দ্রবণাক্ষ, ফুটনাক্ষ, সজ্জাতাক্ষ ও তাপাংশ কাহাকে বলে ?
- ৪। সেন্টিগ্রেড তাপমানের গায়ে তাপাংশের চিহ্ন দিবার প্রণালী কি ? ইহাকে সেন্টিগ্রেড বলে কেন ?
- ৫। ফারেনহীট তাপমানে কিরূপ ডিগ্রি ভাগ হয় ?
- ৬। ফারেনহীট তাপমানে স্নহু মনুষ্যের রক্তের তাপ কত ?
- ৭। আমাদের দেশে শীত ও গ্রীষ্মকালে বায়ুর তাপ কত হয় ?

১০৭—১১০।—১। কাচ ও সীসার মধ্যে কোনটী অধিক প্রসারিত হয় ?

- ২। প্লাটিনম ও দস্তার মধ্যে কোনটী অধিক প্রসারিত হয় ?
- ৩। তাপমানের সাহায্যে প্রমাণ কর 'যে, কঠিন আপেক্ষা দ্রব পদার্থ অধিক প্রসারিত হয় ?
- ৪। দ্রব পদার্থ উচ্চ না নিম্ন তাপাংশে অধিক প্রসারিত হয় ?
- ৫। দ্রব না বায়বীয় পদার্থ অধিক প্রসারিত হয় ?
- ৬। তাপ ভিন্ন অণু কি কারণে বায়বীয় পদার্থ প্রসারিত হয় ?
- ৭। দ্রবণাক্ষে একটি বায়ুপূর্ণ থলির আয়তন ৫০০ ঘন ইঞ্চি হইলে ফুটনাক্ষে উহার আয়তন কত হইবে ?
- ৮। বায়বীয়পদার্থসমূহের প্রসারণপরিমাণের তারতম্য আছে কি ?
- ৯। পরীক্ষা দ্বারা দেখাও যে দ্রব পদার্থ প্রভূত বলে প্রসারিত হয় ?
- ১০। গাড়ির চাকায় কিরূপে লৌহের বেড় পরায় ?
- ১১। রেলের রাস্তায় রেলখণ্ডগুলির মাঝে মাঝে ফাঁক থাকে কেন ?

১১১।—১। আপেক্ষিক তাপ কাহাকে বলে ?

- ২। কোন পদার্থের আপেক্ষিক তাপ সর্বাপেক্ষা অধিক ? কোন পদার্থের আপেক্ষিক তাপ অত্যন্ত কম ? পরীক্ষা দ্বারা তোমার উত্তর প্রতিপন্ন কর ।

১১২।—১। তাপ পাইলে পদার্থের অবস্থা কিসের পর কিসে পরিবর্তিত হয় ?

- ২। এক খণ্ড লৌহ উত্তাপে বেতবর্ণ হইয়াও কঠিন রহিয়াছে। আর এক খণ্ড লৌহ তাপে গলিয়া গিয়াছে। দুইটির মধ্যে কোনটির তাপ অধিক ?
- ৩। এক খণ্ড লৌহ উত্তাপে গলিয়া গিয়াছে, আর এক খণ্ড বাষ্প হইয়া উড়িয়া বাইতেছে ; কার তাপ অধিক ?
- ৪। এমন একটি দ্রব পদার্থের নাম কর, যাহা কখন ভস্মে নাই।
- ৫। এমন একটি বায়বীয়পদার্থের নাম কর, যাহা কখন দ্রব হয় নাই।
- ৬। কোন পদার্থ শীতল বলিলে কি বুঝায় ?
- ৭। তাপ নিরূপণের জন্য আমাদের স্পর্শ জ্ঞানের উপর নির্ভর করা যায় কিনা ? পরীক্ষা দ্বারা তোমার উত্তর প্রতিপন্ন কর ।
- ৮। কোন পদার্থের দ্রবণাক্ষ বলিলে কি বুঝায় ?

৯। লৌহ ও রৌপ্যের দ্রবণাক্ষ কত ?

১০। এমন দুইটি পদার্থের নাম কর, বাহা কখন গলে নাই।

১১। তাপে পৃথিবীর সকল পদার্থের কি একই প্রকার পরিবর্তন ঘটে

১১৩—১১৮।—১। জলের প্রচ্ছন্ন তাপ কাহাকে বলে ? পরীক্ষা দ্বারা বুঝাইয়া দাও।

২। 0° ডিগ্রির এক সের বরফ 100° ডিগ্রির একসের জলীয় বাষ্পের সহিত মিশ্রিত করিলে, মিশ্রিত পদার্থের তাপ কি 40° ডিগ্রি, না কম বেশী হইবে ?

৩। জলীয় বাষ্পের প্রচ্ছন্ন তাপ কাহাকে বলে ? পরীক্ষা দ্বারা বুঝাইয়া দাও।

৪। জলের প্রচ্ছন্ন তাপ কত ?

৫। জলীয় বাষ্পের প্রচ্ছন্ন তাপ কত ?

৬। প্রচ্ছন্ন তাপ না থাকিলে কি অসুবিধা হইত ?

৭। জল ভিন্ন অপর পদার্থের প্রচ্ছন্ন তাপ আছে কিনা ?

৮। প্রকৃত বাষ্প অদৃশ্য, ইহা পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ কর।

১১৯—১২২।—১। বাষ্প নিঃসরণ ও ফুটনে প্রভেদ কি ?

২। 80° ও 12° ডিগ্রির জলের ও 100° ডিগ্রির বরফের বাষ্প কত উষ্ণ

৩। ঘটা না খালা, কিসে জল রাখিলে অধিক বাষ্প নিঃসৃত হইবে ? তোমার উত্তরের কারণ বল।

৪। বাতাস স্থির থাকিলে না চলিতে থাকিলে জলাশয় হইতে অধিক বাষ্প নিঃসৃত হয় ? তোমার উত্তরের কারণ বল।

৫। ফুটনাক কিসের উপর নির্ভর করে ? পরীক্ষাদ্বারা প্রমাণ কর।

৬। পর্বতের উপর হংস ডিঙ্ক সিদ্ধ করা বড় কঠিন কেন ?

৭। পর্বতের উপর ও পনির তলায় জলের ফুটনাক 100° ডিগ্রির উষ্ণে না নিম্নে হইবে ?

৮। জল কঠিন হইতে দ্রব হইলে প্রসারিত হয়, না সঙ্কুচিত হয় ? পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ কর।

৯। এই বিষয়ে জলের সমধর্মী একটি পদার্থের নাম কর।

১০। এই বিষয়ে জলের বিপরীতধর্মী একটি পদার্থের নাম কর।

১১। ইম্পাতের দ্রব্যাদি ছাঁচে ঢালে, কিন্তু স্বর্ণ রৌপ্যের দ্রব্যাদি ছাপিতে হয়, ইহার কারণ কি ?

১২। বাষ্প হইবার সময় কোন দ্রব পদার্থ কি সঙ্কুচিত হইতে পারে ?

১৩। এক ঘন ইঞ্চি ফুটল জল বাষ্প হইলে কত স্থান অধিকার করে ?

১৪। সকল পদার্থই কি কঠিন হইতে ক্রমশঃ দ্রব ও বাষ্প এবং বাষ্প হইতে ক্রমশঃ দ্রব ও কঠিন হয় ? এ নিয়মের ব্যতিক্রম থাকে তদ্ভিন্ন দাও।

১২৩, ১২৪ ।—১। তাপে রাসায়নিকমিলনের সাহায্য করে, ইহার দৃষ্টান্ত দাও

- ২। রাসায়নিক মিলনে কি সর্বদা তাপ উৎপন্ন হয়?
- ৩। দুইটি পদার্থের মিলনে তাপের হ্রাস হইল, এমন একটি দৃষ্টান্ত দাও। তাপ হ্রাসের কারণ বুঝাইয়া দাও।
- ৪। যে দ্রব পদার্থ দ্রুত বাষ্প নিঃসরণ করে, তাহা অত্যন্ত শীতল হয়, ইহার কারণ কি?
- ৫। চিনি কি মিছিরীর সরবত ঠাণ্ডা হয় কেন?
- ৬। মাটির কঁজোতে জল শীঘ্র ঠাণ্ডা হয় কেন?
- ৭। পিত্তলের ঘড়াতে কি তত শীঘ্র ঠাণ্ডা হয়?
- ৮। কিরূপ পদার্থকে শীঘ্র বাষ্পায়নশীল বলে? কয়েকটিব নাম বল।

১২৫—১২৯ ।—১। তাপ সঞ্চালন কাহাকে বলে?

- ২। প্রধানতঃ কয় প্রকারে তাপ সঞ্চালিত হয়?
- ৩। পরিচালন, পরিবাহন ও বিকিরণের এক একটি দৃষ্টান্ত দাও।
- ৪। পরীক্ষা দ্বারা দেখাও যে কাচ ধাতু অপেক্ষা অধিক পরিচালক।
- ৫। পশু পক্ষী শীত হইতে কিরূপে রক্ষা পায়?
- ৬। বরফ করাতের গুঁড়ি কিংবা কয়লার ভিতর রাখে কেন?
- ৭। লৌহ ও তাম্রের আপেক্ষিক পরিচালকতা পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ কর।
- ৮। পরিচালন ও পরিবাহনে প্রভেদ কি?
- ৯। একটি জলপূর্ণ পাত্রের তলায় তাপ দিলে পাত্রের মধ্যে যে ভাবে প্রবাহ উৎপন্ন হয়, তাহা চিত্র আঁকিয়া বুঝাইয়া দাও।
- ১০। তাপ-পরিবাহনের গুণে জলাশয়ের সমস্ত জল বরফ হইতে পারে না, ইহা বুঝাইয়া দাও।
- ১১। বায়ুমণ্ডলের পরিবাহন প্রবাহ বুঝাইয়া দাও।
- ১২। বাণিজ্যবায়ু কাহাকে বলে?
- ১৩। শুইবার ঘরে রাত্রিতে অন্ততঃ একটি জানালা খুলিয়া রাখা আবশ্যক কেন?
- ১৪। কি কি পদার্থ পরিচালন ও কি কি পদার্থ পরিবাহনে উষ্ণ হয়?
- ১৫। সূর্যের তাপ কি উপায়ে পৃথিবীতে আইসে?
- ১৬। জল গরম করিলে তাহা হইতে কি তাপ বিকীর্ণ হয়?
- ১৭। একটি মাটির গোলা অগ্নিতে পুড়াইতে যত তাপ বৃদ্ধি করা যায়, ততই তাপের বিকিরণ কিরূপ প্রকৃতিভেদ হইতে থাকে?
- ১৮। উত্তপ্ত পদার্থ হইতে কি নিয়মে তাপ বিকীর্ণ হইতে থাকে?
- ১৯। এমন একটি পদার্থ বল বাহা অতি দ্রুত তাপ বিকিরণ করে।
- ২০। এমন একটি পদার্থ বল বাহা অতি ধীরে তাপ বিকিরণ করে।
- ২১। কিরূপ পাত্রের গরম জল শীঘ্র ঠাণ্ডা হয়?

- ২২। শিশির কিরূপে উৎপন্ন হয় ?
 ২৩। আকাশ কিরূপ থাকিলে অধিক শিশির হয়, আর কিরূপ থাকিলে অধিক হয় না ? তোমার উত্তরের কারণ বল ।

- ১৪৫।—১। তাপের প্রতিক্ষেপ ও পরিক্ষেপে প্রভেদ কি ?
 ২। চিত্র আঁকিয়া তাপের বিবর্তন বুঝাইয়া দাও ।
 ৩। কিরূপ পদার্থ অধিক তাপ শোষণ করে, এবং কিরূপ পদার্থ অল্প তাপ শোষণ করে ?
 ৪। একখানি দৃষ্টিকোচ সূর্য্য কিরণে ধরিয়া তাহার অধিশ্রয়ণ বিন্দুতে ক্রমাগত একখানি কালী মাখান কাগজ, একখানি শাদা কাগজ ও একখানি চক্কণ রাখা রাখিলে ফলের কি প্রভেদ হইবে ? কারণ সহ তোমার উত্তর প্রতিপন্ন কর ।
 ৫। শীতকালে কোন্ বর্ণের এবং গ্রীষ্মকালে কোন্ বর্ণের কাপড় ব্যবহার করা সুবিধা ?
 ৬। বায়ুমণ্ডলের উপরিভাগ সূর্য্যের অধিক নিকটবর্তী। তজ্জন্ত বায়ুমণ্ডলের উপরিভাগ তলদেশ অপেক্ষা অধিকতর উষ্ণ কিনা ? তোমার উত্তরের কারণ বল ।
 ৭। পদার্থের তাপ-শোষণ শক্তি ও বিকিরণ শক্তির মধ্যে সম্বন্ধ কি ?
 ৮। কৃষ্ণবর্ণ পদার্থ অধিক তাপ বিকিরণ করে কেন ?

- ১৪৬।—১। এক খণ্ড সীসার উপর হাতুড়ী দ্বারা সমোরে আঘাত করিলে কি হয় ?
 ২। এক খণ্ড কাঠের উপর একটা বোতাম ঘষিলে কিংবা কাঠে কাঠে ঘষিলে কি হয় ?
 ৩। বাজের গায়ে দেশলাই ঘষিলে কি ফল হয় ?
 ৪। দৃষ্টান্ত দ্বারা বুঝাইয়া দাও যে, তাপ গতিতে পরিণত হয় ।

- ১৪৭।—১। কি হইতে তাপ উৎপন্ন হয় ?
 ২। তাপোৎপত্তির যত প্রকার কারণ আছে, প্রত্যেক প্রকারের একটা করিয়া দৃষ্টান্ত দাও ।
 ৩। ভূগর্ভের মধ্যে চির সমোষ্ণতা কাহাকে বলে ?
 ৪। চির সমোষ্ণ রেখার নিম্নে পার্শ্ববর্তী তাপ কি হারে বৃদ্ধি হয় ?



